

**PRARANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID  
PROSES D.B WESTERN DENGAN KAPASITAS  
35.000 TON/TAHUN**

**PERANCANGAN PABRIK**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia  
Konsentrasi Teknik Kimia**



Oleh :

Nama : Prayogi Agustiansyah  
No. Mahasiswa : 14521311

Nama : Tiara Salsabila  
No. Mahasiswa : 14521327

**KONSENTRASI TEKNIK KIMIA  
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2018**

## LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

PRARANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID PROSES D.B  
WESTERN DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

PERANCANGAN PABRIK

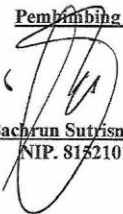


Oleh:


Nama : Prayogi Agustiansyah Nama : Tiara Salsabila  
No. Mahasiswa : 14521311 No. Mahasiswa : 14521327

Yogyakarta, 17 September 2018

Pembimbing I

  
Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc  
NIP. 817210101

Pembimbing II

  
15/9/2018  
Aieng Yulianti Dwi L., S.T., M.T.  
NIP. 155211305

## LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

PRARANCANGAN PABRIK UREA FORMALDEHID PROSES D.B  
WESTERN DENGAN KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

### PERANCANGAN PABRIK

Oleh:  
Nama : Prayogi Agustiansyah Nama : Tiara Salsabila  
No. Mahasiswa : 14521311 No. Mahasiswa : 14521327

Telah Dipertahankan di Depan Sidang Penguji sebagai Salah Satu Syarat  
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Kimia Konsentrasi Teknik Kimia  
Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta, 04 Oktober 2018

Tim Penguji,

Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc  
Ketua

Lilis Kistriyani, S.T., M.Eng.  
Anggota 1

Umi Rofiqah, S.T., M.T.  
Anggota 2



Mengetahui:

Ketua Program Studi Teknik Kimia  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Islam Indonesia



Dr. Suharno Rusdi  
NIP. 845210102

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN HASIL PERANCANGAN PABRIK

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Prayogi Agustiansyah      Nama : Tiara Salsabila  
No. Mahasiswa : 14521311      No. Mahasiswa : 14521327

Yogyakarta, 17 September 2018

Menyatakan bahwa seluruh hasil Perancangan Pabrik ini adalah hasil Karya sendiri. Apabila di kemudian hari terbukti bahwa ada beberapa bagian dari karya ini adalah bukan hasil karya sendiri, maka saya siap menanggung resiko dan konsekuensi apapun. Demikian surat pernyataan ini saya buat, semoga dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Penyusun 1

  
(Prayogi Agustiansyah)  
NIM. 14521311

Penyusun 2

  
(Tiara Salsabila)  
NIM. 14521327

## **KATA PENGANTAR**

*Assalamualaikum Wr. Wb*

Puji dan syukur kehadirat Allah SWT karena atas limpahan berkah, karunia dan rahmat-Nya penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan Laporan Perancangan Pabrik dengan baik. Laporan Perancangan Pabrik ini merupakan persyaratan dalam memenuhi dan menyelesaikan mata kuliah tugas akhir Teknik Kimia yang menjadi salah satu syarat kelulusan mahasiswa S1 Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Perancangan Pabrik ini tidak lepas dari segala bantuan, bimbingan dan dukungan yang didapatkan dari berbagai pihak, sehingga berbagai kesulitan yang dihadapi dapat terselesaikan dengan semestinya. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan hidayah dan inayah-Nya
2. Orang tua dan keluarga yang telah selalu memberikan semangat, motivasi, doa, dan turut berjuang dalam segi moril dan materi dalam masa perkuliahan hingga dapat diselesaikannya tugas akhir ini.
3. Bapak Dr. Suharno Rusdi selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan izin dan arahan untuk mata kuliah prarancangan pabrik teknik kimia.
4. Bapak Ir. Bachrun Sutrisno, M.Sc, selaku Dosen Pembimbing I yang senantiasa meluangkan waktunya untuk memberikan berbagai masukan demi

kelancaran pelaksanaan maupun penyusunan laporan ini.

5. Ibu Ajeng Yulianti Dwi Lestari, S.T., M.T, selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan berbagai masukan demi kelancaran pelaksanaan maupun penyusunan laporan ini.
6. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Kimia Universitas Islam Indonesia dari semester 1 sampai dengan sekarang, yang telah memberikan berbagai macam pembelajaran hingga sampai pada titik ini.
7. Seluruh teman-teman dan sahabat terutama Keluarga Besar Mahasiswa Teknik Kimia FTI-UII yang telah membantu dan memberikan semangat.
8. Seluruh pihak yang ikut terlibat dalam proses pengerjaan, penyusunan dan penyelesaian tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini masih terdapat beberapa kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dari semua pihak yang ingin memberikan saran untuk mewujudkan perkembangan yang positif. Demikian laporan ini penulis susun, semoga dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membaca. Akhir kata penulis ucapkan terima kasih.

***Wassalamualaikum Wr. Wb***

Yogyakarta, 17 September 2017

Penulis

## DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan Dosen Pembimbing.....	ii
Lembar Pengesahan Dosen Penguji .....	iii
Lembar Pernyataan Keaslian Pra Rancangan Pabrik .....	iv
Kata Pengantar .....	v
Daftar Isi .....	vii
Daftar Tabel .....	xi
Daftar Gambar.....	xiii
<i>Abstract</i> .....	xiv
Abstrak .....	xv

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tinjauan Pustaka .....	7

### **BAB II PERANCANGAN PRODUK**

2.1 Spesifikasi Produk .....	19
2.2 Spesifikasi Bahan Baku .....	20
2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu.....	22
2.4 Pengendalian Kualitas.....	23
2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku .....	24
2.4.2 Pengendalian Kualitas Proses .....	24
2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk .....	25

### **BAB III PERANCANGAN PROSES**

3.1 Uraian Proses .....	26
3.2 Spesifikasi Alat Proses.....	29
3.2.1 Tangki Penyimpanan Methanol .....	29
3.2.2 Tangki Penyimpanan Urea Formaldehid .....	29
3.2.3 Pompa-01 .....	30
3.2.4 Pompa-02.....	31
3.2.5 Pompa-03 .....	31
3.2.6 Vaporizer.....	32
3.2.7 Filter Udara .....	33
3.2.8 Blower.....	33
3.2.9 Heat Exchanger - 01 .....	34
3.2.10 Heat Exchanger - 02 .....	35
3.2.11 Heat Exchanger - 03 .....	35
3.2.12 Heat Exchanger - 04 .....	36
3.2.13 Reaktor.....	37
3.2.14 Absorber.....	38
3.2.15 Gudang Penyimpanan Urea .....	39
3.2.16 Belt Conveyor .....	39
3.2.17 Bucket Elevator.....	40
3.2.18 Weight Feeder.....	40
3.2.19 Mixing Tank .....	41
3.2.20 Compressor .....	42



3.3 Perencanaan Produksi .....	42
3.3.1 Kapasitas Perancangan .....	42
3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses .....	44

## **BAB IV PERANCANGAN PABRIK**

4.1 Lokasi Pabrik .....	46
4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik .....	47
4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik .....	49
4.2 Tata Letak Pabrik ( <i>Plant Layout</i> ) .....	50
4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses ( <i>Mechines Layout</i> ).....	54
4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk .....	55
4.3.2 Aliran Udara .....	55
4.3.3 Pencahayaan.....	55
4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan .....	55
4.3.5 Pertimbangan Ekonomi.....	56
4.3.6 Jarak Antar Alat Proses.....	56
4.4 Alir Proses dan Material .....	57
4.4.1 Neraca Massa .....	57
4.4.2 Neraca Panas .....	60
4.4.3 Diagram Alir .....	61
4.5 Unit Pendukung Proses (Utilitas).....	62
4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air .....	63
4.5.2 Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik.....	73
4.5.3 Unit Pembangkit Steam ( <i>Steam Generation System</i> ) .....	73

4.5.4 Unit Penyedia Udara Instrument.....	74
4.5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar .....	75
4.5.6 Spesifikasi Alat-alat Utilitas .....	75
4.6 Organisasi Perusahaan .....	96
4.6.1 Bentuk Organisasi Perusahaan.....	96
4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan .....	98
4.6.3 Tugas dan Wewenang.....	101
4.6.4 Jabatan dan Keahlian .....	105
4.6.5 Jumlah Karyawan .....	107
4.6.6 Pembagian Jam Kerja Karyawan .....	110
4.6.7 Ketenaga Kerjaan.....	113
4.6.8 Fasilitas Karyawan.....	115
4.7 Evaluasi Ekonomi .....	117
4.7.1 Penaksiran Harga Alat .....	119
4.7.2 Dasar Perhitungan.....	122
4.7.3 Perhitungan Biaya.....	122
4.7.4 Analisa Kelayakan .....	123
4.7.5 Hasil Perhitungan.....	126

## **BAB V PENUTUP**

5.1 Kesimpulan .....	136
5.2 Saran .....	138

## **DAFTAR PUSTAKA .....139**

## **LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Impor Urea Formaldehid Indonesia.....	3
Tabel 1.2 Produsen Urea Formaldehid di Indonesia.....	5
Tabel 1.3 Perusahaan Urea Formaldehid di Dunia .....	6
Tabel 4.1 Rincian Area Bangunan Pabrik Urea Formaldehid.....	52
Tabel 4.2 Neraca Massa Total.....	57
Tabel 4.3 Neraca Massa di Vaporizer (V-01) .....	58
Tabel 4.4 Neraca Massa di Reaktor (R-01).....	58
Tabel 4.5 Neraca Massa di Mixer (M-01).....	59
Tabel 4.6 Neraca Massa di Absorber (AB-01).....	59
Tabel 4.7 Neraca Panas di Reaktor (R-01).....	60
Tabel 4.8 Neraca Panas di Vaporizer (V-01).....	60
Tabel 4.9 Kebutuhan Air Pembangkit Steam.....	70
Tabel 4.10 Kebutuhan Air Proses .....	71
Tabel 4.11 Kebutuhan Air Pendingin.....	71
Tabel 4.12 Kebutuhan Air Perkantoran dan Rumah Tangga .....	71
Tabel 4.13 Rincian Jumlah Karyawan .....	108
Tabel 4.14 Jadwal Kerja Masing-masing Regu .....	112
Tabel 4.15 Gaji Karyawan .....	114
Tabel 4.16 Index Harga Tiap Tahun .....	119
Tabel 4.17 Physical Plant Cost (PPC).....	126
Tabel 4.18 Direct Plant Cost (DPC).....	127

Tabel 4.19 Fixed Capital Investment (FCI) .....	127
Tabel 4.20 Direct Manufacturing Cost (DMC).....	128
Tabel 4.21 Indirect Manufacturing Cost (IMC).....	128
Tabel 4.22 Fixed Manufacturing Cost (FMC) .....	129
Tabel 4.23 Manufacturing Cost (MC).....	129
Tabel 4.24 Working Capital (WC).....	129
Tabel 4.25 General Expanses (GE).....	130
Tabel 4.26 Total Production Cost (TPC) .....	130
Tabel 4.27 Fixed Cost (Fa) .....	130
Tabel 4.28 Variable Cost (Va) .....	131
Tabel 4.29 Regulated Cost (Ra).....	132

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Grafik Impor Urea Formaldehid di Indonesia tahun 2011 - 2015.....	4
Gambar 4.1 Lay Out Pabrik Urea Formaldehid.....	54
Gambar 4.2 Tata Letak Alat Proses .....	57
Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif .....	61
Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif .....	62
Gambar 4.5 Diagram Alir Uilitas.....	72
Gambar 4.6 Struktur Organisai Pabrik Urea Formaldehid.....	100
Gambar 4.7 Grafik Tahun vs Index Harga.....	121
Gambar 4.8 Grafik Hubungan % Kapasitas vs Rupiah/Tahun .....	135

## **Abstract**

*The urea formaldehyde plant is made by reacting methanol and air with a catalyst used by iron molybdenum oxide. The reaction takes place at a temperature of 240 ° C and a pressure of 1.4 atm. The reaction is exothermic. The formaldehyde produced is then ensnared with urea solution to form urea formaldehyde which takes place at a temperature of 110 ° C with the reaction being exothermic. The production capacity of 35,000 tons / year requires methanol of 2918,3659 kg / hour, oxygen 7191,9697 kg / hour and urea 1112,9223 kg / hour. Utility needs consist of water of 120914.51 kg / hour, compressed air of 61.681 m<sup>3</sup> / hour, steam of 3891.8904 kg / hour, electricity of 182.6165 KW and fuel of 345.40 Kg / hour. The plant is planned to be established in Bontang, East Kalimantan with an area of 33,500 m<sup>2</sup> with a total of 107 employees. Urea formaldehyde plant is planned to operate 330 days / year. Based on the results of the economic analysis, the data obtained before tax is Rp. 128,477,239,648 and after tax is Rp. 64,238,619,824. Percent Return On Investment (ROI) before tax of 38.60% and after tax of 19.30%. Pay Out Time (POT) before tax is 2.1 years while after tax is 3.4 years. Break Even Point (BEP) is 43.47% and Shut Down Point (SDP) is 24.42%. Discounted Cash Flow (DCF) of 31.00%. Based on the data above, this urea formaldehyde plant from methanol and oxygen is suitable for establishment.*

*Keywords : Urea formaldehyde, Molybdenum oxide iron, DB Western*

## Abstrak

Pabrik urea formaldehida dibuat dengan mereaksikan metanol dan udara dengan katalisator yang digunakan iron molybdenum oxide. Reaksi berlangsung pada suhu 240°C dan tekanan 1,4 atm. Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis. Formaldehida yang dihasilkan kemudian dijerab dengan larutan urea membentuk urea formaldehida yang berlangsung pada suhu 110°C dengan reaksi yang terjadi bersifat eksotermis. Kapasitas produksi 35.000 ton/tahun membutuhkan metanol sebesar 2918,3659 kg/jam, oksigen 7191,9697 kg/jam dan urea 1112,9223 kg/jam. Kebutuhan utilitas terdiri dari air sebesar 120914,51 kg/jam, udara tekan sebanyak 61,681 m<sup>3</sup>/jam, steam sebesar 3891,8904 kg/jam, listrik sebesar 182,6165 KW dan bahan bakar sebesar 345,40 Kg/jam. Pabrik direncanakan didirikan di Bontang, Kalimantan Timur dengan area seluas 33.500 m<sup>2</sup> dengan jumlah karyawan sebanyak 107 orang. Pabrik urea formaldehida direncanakan beroperasi 330 hari/tahun. Berdasarkan hasil analisa ekonomi diperoleh data bahwa keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 128.477.239.648 dan setelah pajak sebesar Rp 64.238.619.824. *Percent Return On Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 38,60% dan setelah pajak sebesar 19,30%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,1 tahun sedangkan setelah pajak sebesar 3,4 tahun. *Break Even Point* (BEP) sebesar 43,47% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 24,42%. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 31,00 %. Berdasarkan data diatas maka pabrik urea formaldehida dari metanol dan oksigen ini layak untuk didirikan.

Kata-kata kunci : Urea formaldehida, Iron molybdenum oxide, DB Western

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai negara berkembang banyak melakukan pembangunan di segala bidang, salah satunya adalah pembangunan di sektor industri kimia. Namun ketergantungan terhadap impor luar negeri masih lebih besar dibandingkan eksportnya. Indonesia masih banyak mengimpor bahan baku atau produk – produk industri kimia dari luar negeri. Ketergantungan impor ini menyebabkan devisa negara berkurang, sehingga diperlukan suatu usaha untuk menanggulangi ketergantungan terhadap impor, dengan mendirikan pabrik untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri merupakan salah satu solusi yang perlu dikembangkan. Dengan berdirinya pabrik akan menghemat devisa negara dan membuka peluang berdirinya pabrik lainnya yang menggunakan produk pabrik tersebut. Disamping itu dapat membuka kesempatan untuk alih teknologi, membuka lapangan kerja baru di dalam usaha ikut mengurangi angka pengangguran dan kemiskinan, karena untuk mendirikan pabrik diperlukan tenaga ahli terdidik, dan meningkatkan pendapatan asli daerah setempat.

Urea formaldehid banyak digunakan dalam industri untuk berbagai tujuan seperti bahann *adhesif* (61%), papan fiber berdensitas medium (27%), *hardwood polywood* (5%) dan laminasi (7%) pada produk *furniture*, panel dan lain-lain. Di bidang plastik urea formaldehid merupakan bahan pendukung



fenol formaldehid karena dapat memberikan warna-warna terang. Selain itu, laju pengerasan pada temperatur kamar yang cepat membuat urea formaldehid ini cocok digunakan sebagai perekat. Pada awalnya industri *polywood* menggunakan phenol formaldehid sebagai perekat. Akan tetapi ketika urea formaldehid telah digunakan secara komersil maka penggunaan phenol formaldehid mulai berkurang dan digantikan oleh urea formaldehid. Hal ini karena harga urea formaldehid lebih murah dibandingkan dengan phenol formaldehid dan dengan harga yang murah tersebut memberikan kualitas yang baik. Produk urea formaldehida dapat disimpan dalam bentuk padat dan dalam bentuk cair. Penyimpanan dalam bentuk padat akan mempermudah dalam transportasi dan pengiriman. Namun jika disimpan dalam bentuk padatan membutuhkan biaya produksi tambahan sehingga harganya akan lebih mahal jika dibandingkan dengan urea formaldehida yang disimpan dalam bentuk cair.

Industri – industri yang memanfaatkan urea formaldehid sebagai bahan baku utama ataupun bahan baku pendukung semakin bertambah sedangkan industri yang memproduksi urea formaldehida relatif stabil sehingga kebutuhan dipenuhi dari produsen luar negeri. Hal ini mengakibatkan nilai impor terus meningkat dari tahun ke tahun. Dalam pembuatan urea formaldehida ini bahan baku yang dipakai adalah metanol dan urea. Bahan baku ini diperoleh dari dalam negeri. Metanol didatangkan dari PT. Kaltim Metanol Indonesia (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur dengan kapasitas produksi 660.000 ton/tahun dan PT. Dengan ketersediaan bahan

baku metanol yang melimpah untuk memproduksi formaldehida dan kebutuhan formaldehida yang meningkat tiap tahunnya maka sangat memungkinkan untuk mendirikan pabrik urea formaldehida di Indonesia.

### 1.1.1 Kapasitas Perancangan

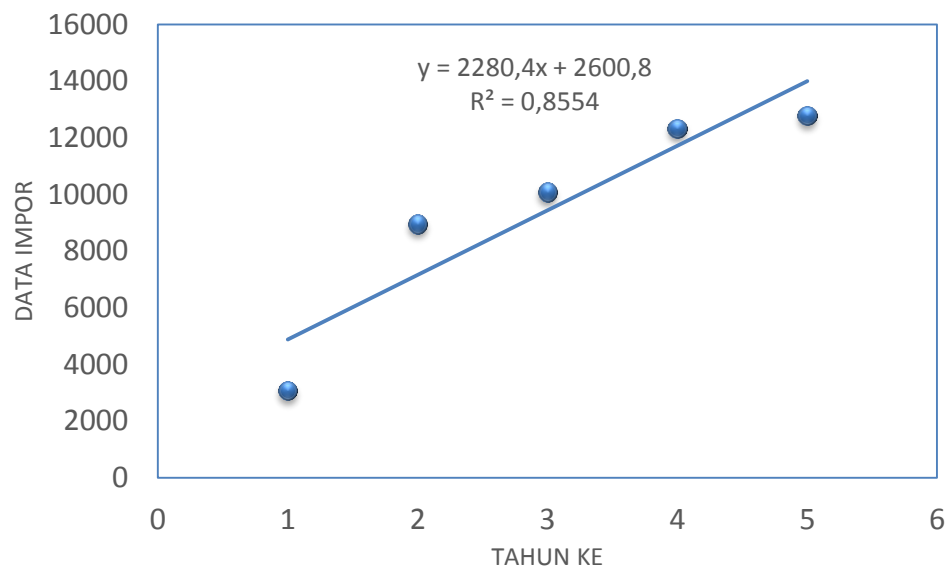
Dalam penentuan kapasitas rancangan pabrik diperlukan beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan produk, ketersediaan bahan baku dan kapasitas pabrik yang sudah beroperasi. Pada perancangan pabrik urea formaldehida dari metanol dan oksigen dengan proses DB.Western ini direncanakan berkapasitas 35.000 ton/tahun, dengan mempertimbangkan sebagai berikut:

#### A. Kebutuhan Urea Formaldehid

Berdasarkan data statistik perdagangan luar negeri Indonesia kebutuhan urea formaldehida mengalami peningkatan dalam kurun waktu lima tahun terakhir yang disajikan pada Tabel 1.1 berikut (Badan Pusat Statistik, 2017):

Tabel 1.1 Data Impor Urea Formaldehid Indonesia

No	TAHUN	KEBUTUHAN (TON/TAHUN)
1	2011	3063.215
2	2012	8953.201
3	2013	10090.434
4	2014	12322.267
5	2015	12780.566



Gambar 1.1 Impor Urea Formaldehid di Indonesia Tahun 2011-2015

Dari persamaan  $Y=2280,4x + 2600,8$  besarnya impor urea formaldehida di Indonesia untuk tahun 2024 adalah sebesar 34526,4 ton, sehingga akan dirancangan pabrik berkapasitas 35.000 ton/tahun dengan harapan dapat memberikan kontribusi dalam pemenuhan kebutuhan urea formaldehida di Indonesia dan minimalisasi impor untuk beberapa tahun mendatang.

## B. Ketersediaan Bahan Baku

Urea formaldehida merupakan senyawa yang tersusun dari kumpulan metilol urea. Untuk membentuk satu mol metilol urea dibutuhkan satu mol urea dan satu mol formaldehida. Sedangkan untuk membentuk satu mol formaldehida dibutuhkan satu mol metanol dan setengah mol oksigen. Pabrik urea formaldehida yang direncanakan beroperasi dengan kapasitas 35.000 ton/tahun. Metanol yang dibutuhkan diperoleh dari PT. Kaltim Metanol Industri yang mempunyai kapasitas 660.000 ton/tahun metanol dan Pertamina

pulau Bunyu yang mempunyai kapasitas 330.000 ton/tahun. Bahan baku urea dapat diperoleh dari produksi PT. Pupuk Kalimantan Timur yang mempunyai kapasitas 2.980.000 urea ton/tahun. Sedangkan bahan baku oksigen diperoleh dari udara dan lingkungan sekitar. Untuk menjaga dan ketersediaan bahan baku pabrik yang akan dirancang maka perlu dilakukan suatu perjanjian pembelian dengan produsen bahan baku terlebih dahulu.

### C. Kapasitas Pabrik Yang Sudah Beroperasi

Dengan mengetahui pabrik-pabrik yang telah berdiri sebelumnya dapat menentukan kapasitas pabrik minimum. Demikian daftar nama-nama pabrik urea formaldehida yang masih beroperasi di Indonesia beserta kapasitasnya, dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2. Produsen Urea Formaldehida di Indonesia

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Pamolite Adhesive Industry	55.000
PT. Arjuna Utama Kimia,	43.000
PT. Korindo Ariabimasari	24.000
PT. Dyno Mugi Indonesia	42.000
PT. Superin	48.000
PT.Intanwijaya Internasional	56.000
PT. Batu Penggal	41.000

Pabrik	Kapasitas (ton/tahun)
PT. Sabak Indah Jambi	69.000
PT. Dover Chemicals	50.000
PT. Nusa Prima Pratama	50.400
PT. Uforin prajen	45.000
PT.Duta Pertiwi Nusantara	45.000
<b>Total</b>	568.400

Pabrik yang beroperasi dengan proses DB Western di Indonesia adalah PT. Karinda Ariabimasari dengan kapasitas minimal 24.000 ton/tahun sedangkan kapasitas maksimal adalah 424.100 ton/tahun yang merupakan kapasitas produksi dari Georgia Pacific Resins, Inc di Amerika Serikat. Berikut adalah produsen – produsen urea formaldehida di dunia, dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3. Perusahaan Urea Formaldehida di Dunia

Nama Perusahaan	Kapasitas (Ton/Tahun)
Georgia-Pacific Resins, Inc (AS)	424.100
Dynea (AS)	406.000
Borden Chemical, Inc (AS)	338.400
La Porte, Texas (AS)	362.900
JSC Metafrax (Rusia)	62.000

Jadi dengan demikian pabrik Urea Formaldehid yang akan di dirikan di Indoensia adalah sebesar 35.000 ton/tahun.

## **1.2 Tinjauan Pustaka**

### **1.2.1 Proses Pembuatan Urea Formaldehid**

Dalam pra rancangan pabrik urea formaldehid ini terdapat 2 buah unit perencanaan, yaitu :

#### **1. Unit Formaldehid Plant**

Proses pembentukan urea formaldehid diawali dengan pembentukan formaldehid yang dilakukan pada unit formaldehid plant. Proses pembuatan formaldehid ada beberapa macam, yaitu:

##### **a. Proses Hidrokarbon**

Proses Hidrokarbon ini adalah proses yang dikembangkan pada awal perkembangan industri formaldehid. Proses ini merupakan oksidasi langsung dari hidrokarbon alifatik, selain itu formaldehid juga diproduksi secara langsung dari natural gas atau metana. Biasanya yang digunakan adalah ethylen dengan katalis asam borat atau asam fosfat atau garamnya dari campuran clay atau tanah diatomae. Jika menggunakan natural gas sebagai bahan baku maka reaksi berjalan pada suhu 430-480°C dan tekanan 7-20 atm dengan katalis aluminium phosphat atau metal oxide. Proses ini memiliki kelemahan yaitu produknya mengandung 34-36% metanol, 20-23% formaldehid, 5-6% asetaldehid dan sejumlah besar

aldehid, keton, alkohol serta air. Sehingga diperlukan pemurnian untuk mendapatkan formaldehid dengan kemurnian tertentu. (Keyes, 1965).

b. Proses *Incomplete Conversion and Distillative Recovery of Metanol* (ICDRM)

Proses ini merupakan proses pembuatan formaldehid dimana konversi yang terjadi tidak sempurna. Campuran yang terdiri dari uap metanol murni dan udara segar diumpankan ke dalam *vaporizer* kemudian umpan keluar dari *vaporizer* dicampur dengan steam dan selanjutnya masuk reaktor. Konversi tidak sempurna (77-78%) dan reaksi terjadi pada suhu 590-650°C. Katalis yang digunakan adalah perak dengan masa efektif berkisar antara 3-8 bulan. Formaldehid dihasilkan dengan oksidasi parsial kemudian metanol yang tidak bereaksi *direcovery* dengan destilasi dan selanjutnya *direcycle*. Kerugian dari proses ini adalah konversi reaksi yang kecil dibandingkan proses lainnya. (Ullmans, 1988).

c. Proses *Complete Conversion of Metanol*

Proses ini menggunakan katalis perak dengan reaktor *fixed bed multitube*. Alat proses yang digunakan adalah *vaporizer*, reaktor dan absorber. Katalis yang digunakan adalah perak yang diregenerasi secara elektrolitikal dengan masa efektif 3-4 bulan. Kondisi operasi pada suhu 600-650°C pada tekanan atmosferik. Yield yang diperoleh sebesar 89,5 - 90,5% mol. Pada proses ini udara yang telah dimurnikan dan metanol, masing-masing dilewatkan pemanas kemudian masuk ke dalam reaktor

katalitik. Produk didinginkan dan selanjutnya dialirkan ke menara absorber. Kerugian dari proses ini adalah suhu yang digunakan cukup tinggi dan umur katalis yang digunakan pendek. (*Ullmans, 1988*).

*d. Proses D.B. Western*

Proses D.B. Western merupakan proses pembuatan formaldehid atau urea formaldehid secara kontinu dengan bahan baku methanol, oksigen dan urea. Katalis yang digunakan adalah iron molybdenum oxide dengan umur 12-18 bulan. Metanol yang diuapkan direaksikan dalam sebuah reaktor *fixed bed multi tube* yang terdiri atas beberapa *tube* yang berisi katalis iron molybdenum oxide dengan dikelilingi Dowterm A. Konversi yang diperoleh mencapai 99% dengan selektivitas formaldehid 94%. Gas hasil reaksi yang mengandung gas formaldehid dilewatkan ke menara absorber untuk diserap dengan larutan urea untuk membentuk urea formaldehid. Dipilih proses D.B. Western karena konversi yang tinggi serta umur katalis yang lebih panjang. ([www.dbwestern.com](http://www.dbwestern.com))

Tabel 1.4. Perbedaan Proses Pembuatan Formaldehid

<b>Proses</b>	<b>Hidrokarbon</b>	<b><i>Incomplete Conversion and Distillative Recovery of Metanol (ICDRM)</i></b>	<b><i>Complete Conversion of Metanol</i></b>	<b><i>D.B. Western</i></b>
Uraian Proses	Oksidasi langsung dari hidrokarbon alifatik, selain itu formaldehid juga diproduksi secara langsung	Formaldehid dihasilkan dengan oksidasi parsial kemudian metanol yang tidak bereaksi <i>direcovery</i> dengan destilasi dan	Udara yang telah dimurnikan dan metanol, masing-masing dilewatkan pemanas kemudian masuk ke dalam reaktor katalitik.	Metanol yang diuapkan direaksikan dalam sebuah reaktor <i>fixed bed multi tube</i> dengan



Proses	Hidrokarbon	<i>Incomplete Conversion and Distillative Recovery of Metanol (ICDRM)</i>	<i>Complete Conversion of Metanol</i>	<i>D.B. Western</i>
	dari natural gas atau metana.	selanjutnya <i>directcycle</i> .	Produk didinginkan dan dialirkan ke menara absorber.	dikelilingi Dowterm A
Katalis	asam borat atau asam fosfat	perak	perak	<i>iron molybdenum oxide</i>
Umur Katalis		3-8 bulan	3-4 bulan	12-18 bulan
Suhu	430-480°C	590-650°C	600-650°C	240-400°C
Tekanan	7-20 atm			1-1,5 atm
Konversi	34-36 %	77-78 %		99%

## 2. Unit Urea Formaldehid Plant

Proses pembuatan urea formaldehid terjadi didalam absorber. Proses ini merupakan tahap pembentukan metilol urea yang merupakan reaksi metiolasi. Urea mengalami adisi ke formaldehid untuk memberikan turunan metilol.

### 1.2.2 Kegunaan Produk

Urea Formaldehid mempunyai beberapa kegunaan sebagai berikut :

#### 1. Industri *Adhesive*

Merupakan industri yang memproduksi *adhesive* untuk keperluan *woodworking* seperti industri plywood, industri *particle board*, *chipboard*, industri kertas dan tekstil.

#### 2. Industri *Moulding*

Merupakan industri yang diantaranya menghasilkan alat keperluan rumah tangga.

### 3. Industri *Surface Coating*

Merupakan industri yang menghasilkan cat, thinner dan dempul.

### 4. Industri *Laminating*

Merupakan industri yang menghasilkan furniture/meubel untuk menginsulasi busa.

## 1.2.3 Sifat Fisik dan Kimia Bahan Baku dan Produk

### 1. Bahan Baku

#### a. Metanol

##### **Sifat fisis :**

Rumus molekul	: CH <sub>3</sub> OH
Berat Molekul	: 32,042 g/gmol
Wujud	: cairan tak berwarna
Titik lebur (1 atm)	: -97,69°C
Titik didih (1 atm)	: 64,7 °C
Densitas (25°C)	: 0,7866 gr/ml
Temperatur kritis	: 239,43 °C

Volume kritis	: 118 ml/mol
Tekanan kritis	: 79,9 atm
Panas pembentukan (25°C)	: -57,130 kkal/gmol (cairan)
Energi Gibbs (25°C)	: -39,869 kkal/gmol (cairan)
Panas spesifik (25°C)	: cairan = 0,6054 kal/jam °C gas = 0,3274 kal/jam °C
Viskositas (25°C)	: cairan = 0,541 cp gas = 0,00968 cp
Konduktivitas thermal (25°C)	: cairan = 163,5 kal/jam °C gas = 12,1 kal/jam °C

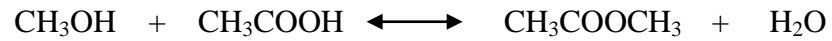
(Mc. Ketta, 1988)

### **Sifat kimia :**

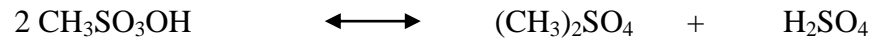
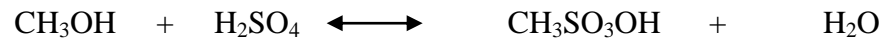
Metanol adalah gugus alkohol alifatik yang hanya mempunyai satu atom karbon. Reaksi-reaksi kimia dari metanol melibatkan gugus hidroksil seperti reaksi esterifikasi, adisi, oksidasi, dehidrogenasi dan penggantian gugus hidroksil.

#### 1) Reaksi esterifikasi

- Dengan asam organik



- Dengan asam anorganik



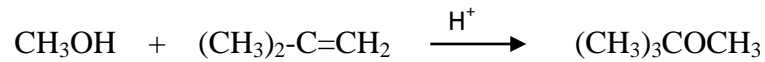
dimetil sulfat



dimetil karbonat

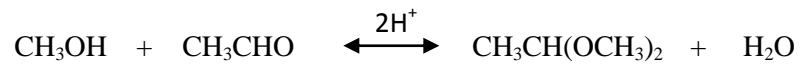
## 2) Reaksi adisi

- Dengan hidrokarbon tak jenuh



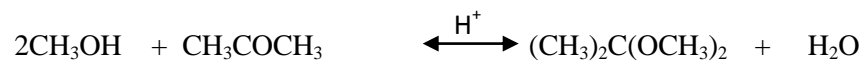
metil t-butyl eter

- Dengan aldehyd



asetal

- Dengan keton



ketal

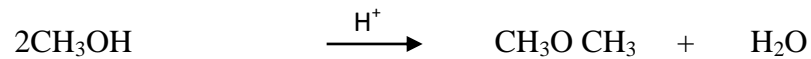
## 3) Reaksi pergantian gugus hidroksi

- Halogenasi



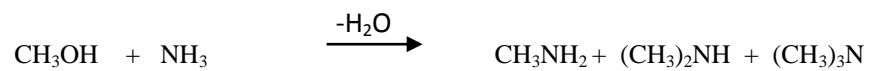
metil klorida

- Dehidrasi bimolekuler



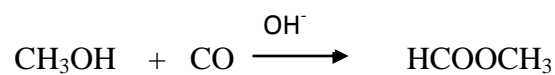
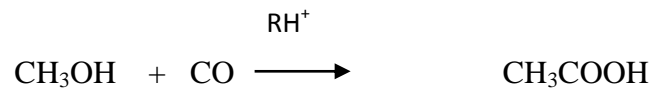
dimetil eter

- Ammonolisis



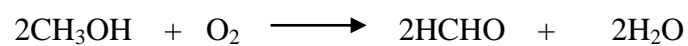
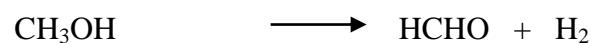
metil amin

4) Reaksi karbonilasi



5) Reaksi oksidasi

Reaksi oksidasi ini menggunakan katalis perak atau ferric molybdate untuk meminimalkan oksidasi selanjutnya dari formaldehid menjadi asam formiat dan karbondioksida.



(Mc Ketta, 1988)

b. Urea

**Sifat fisis :**

Rumus molekul :  $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

Berat Molekul : 60,06 gr/mol

Bentuk : kristal tetragonal berwarna putih

Titik lebur (1 atm) :  $135^\circ\text{C}$

Panas pembakaran : 2531 kal/gr

Indeks refraksi : 1,484

Panas peleburan : 251 J/gr

Panas pelarutan dalam air : 58,07 kal/gr

Energi Gibbs ( $25^\circ\text{C}$ ) : -47120 kal/mol

Densitas :  $1,323 \text{ g/cm}^3$

Panas spesifik ( $20^\circ\text{C}$ ) :  $0,320 \text{ kal/g } ^\circ\text{C}$

**Sifat kimia :**

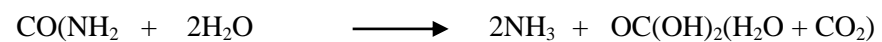
1. Dengan Pemanasan

Bila urea dipanaskan di atas titik leburnya yaitu pada 150-160°C akan melepaskan amonia, amonium sianida ( $\text{NH}_4\text{OCN}$ ) dan biuret ( $(\text{CONH}_2)_2\text{NH}$ )



## 2. Hidrolisa

Urea dihidrolisa akan menghasilkan asam dan amonia. Hidrolisa dipercepat dengan menggunakan basa atau asam, juga terjadi bila ada enzim urease. Organisme tertentu dalam tanah juga menyebabkan hidrolisa urea membentuk amonium karbonat.

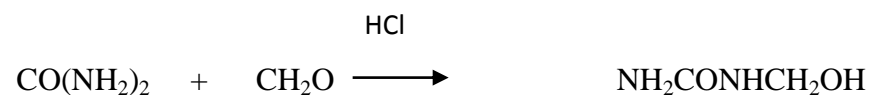


## 3. Urea bereaksi dengan alkohol menghasilkan urethane

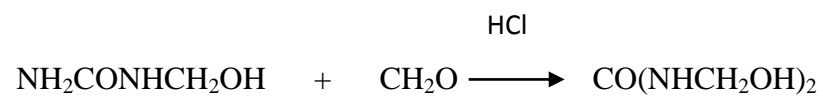


## 4. Reaksi dengan formaldehid

Dalam larutan asam akan terjadi hidroksi methyl urea (metilolurea) dan dimetilolurea.



Metilolurea



Dimetilolurea

## 2. Produk

Urea Formaldehid

### Sifat Fisis :

Wujud	: cairan
Indeks refraksi	: 1,54 - 1,56
Spesifik Gravity (50°C)	: 1,32 g/cm <sup>3</sup>
Panas spesifik	: 0,4 cal/g
Densitas	: 1,46 g/cm <sup>3</sup>
pH	: 7,0-8,0
Titik beku	: -20 – (-30)°C ( <i>Meyer, 1979</i> )

### 1.2.4 Proses Pembuatan Urea Formaldehid dengan menggunakan Proses DB

#### Western

Pembuatan urea formaldehid dengan bahan baku formaldehid dan urea dengan proses DB Western dibagi dalam 2 tahap proses, sebagai berikut :

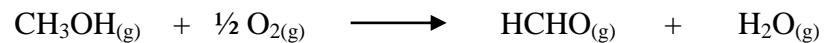
#### 1. Tahap Pertama

Merupakan proses oksidasi metanol menjadi formaldehid. Proses tersebut berlangsung pada reaktor fixed bed multi tube dengan katalis yang digunakan adalah katalis iron-molybdenum oxide. Metanol cair setelah diuapkan direaksikan dengan oksigen di dalam reaktor pada suhu 240-

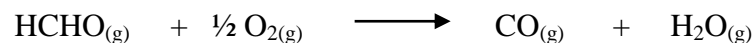


400°C (*Ullman Vol. A11, 1988*) dan tekanan 1-1,5 atm (*Hydrocarbon Processing, 1993*).

Reaksi yang terjadi sebagai berikut :



Sebagian kecil formaldehid yang terbentuk akan mengalami oksidasi sebagai berikut :



Pada suhu di atas 470°C, reaksi samping tersebut akan meningkat (*Ullman Vol. A11, 1988*).

Reaksi ini berlangsung sangat eksotermis. Untuk menjaga kondisi suhu dan membatasi pembentukan produk samping, maka panas reaksi yang ditimbulkan harus segera diserap/diambil selama reaksi berlangsung dengan menggunakan Dowterm A. Konversi yang diperoleh mencapai 99% dengan selektivitas formaldehid sebesar 94%.

## 2. Tahap Kedua

Gas hasil reaksi dari reactor yang mengandung gas formaldehid dialirkan ke dalam absorber dan diserap menggunakan larutan urea 70% W. Pada bagian bawah absorber dihasilkan urea formaldehid sedangkan di bagian atas dilepaskan gas buang (*tail gas*).

## BAB II

### PERANCANGAN PRODUK

Untuk memenuhi kualitas produk sesuai target pada perancangan ini, maka mekanisme pembuatan Urea Formaldehid dirancang berdasarkan variabel utama yaitu: spesifikasi produk, spesifikasi bahan baku, dan pengendalian kualitas.

#### 2.1 Spesifikasi Produk

##### 2.1.1 Urea Formaldehid

Wujud : cair

Warna : tak berwarna

Bau : tajam

Densitas (25°C) : 1,32-1,46 g/cm<sup>3</sup>

Komposisi :

Urea Formaldehid = min 85,00 % berat

Metanol = maks 0,30 % berat

Air = maks 13,00 % berat

*([www.dbwestern.com](http://www.dbwestern.com))*

## 2.2 Spesifikasi Bahan Baku

### 2.2.1 Methanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ )

Berat molekul	: 32 kg/kmol
Densitas (298 K)	: 0,7910 – 0,7920 gr/cm <sup>3</sup>
Titik didih	: 64,7° C
Titik leleh	: -97° C
Temperatur kritis	: 240,0° C
Panas penguapan (64,7° C)	: 8430 kal/mol
Panas pembakaran (25° C)	: -175,65 kal/mol
Panas pembentukan (25° C):	-57,036 kal/mol (cair)
Panas pembentukan (25° C):	-48,1 kal/mol (gas)
Kapasitas panas (J/kmol.K) :	
Viskositas (298 K)	: 0,5513 cp (cairan)
	0,00968 cp (gas)
Kelarutan	: larut tak terhingga (dalam alkohol dan air)

### 2.2.2 Urea ( $\text{NH}_2$ )<sub>2</sub>CO

Wujud	: padat
Warna	: putih
Bentuk	: prill
Densitas	: 1,322 -1,323 g/cm <sup>3</sup>

Ukuran :  $\pm 18$  mesh

Komposisi :

Urea = 99,27 % berat

Air = 0,73 % berat

### 2.2.3 Udara

#### A. Nitrogen ( $N_2$ )

Berat molekul	: 28 kg/kmol
Wujud	: gas tidak berwarna
<i>Spesific gravity</i>	: 12,5
Titik lebur (1 atm)	: $-209,86^\circ C$
Titik didih (1 atm)	: $-195,8^\circ C$
Temperatur kritis	: 126,2 K
Tekanan kritis	: 33,9 bar
Kelarutan	: a. sedikit larut dalam etanol 95%
	b. larut pada air dingin ( $0^\circ C$ ) = 2,35 cc
	c. larut pada air panas ( $20^\circ C$ ) = 1,55 cc

#### B. Oksigen ( $O_2$ )

Berat molekul	: 32 kg/kmol
Wujud	: gas tidak berwarna
<i>Spesific gravity</i>	: 1,1053
Titik lebur (1 atm)	: $-218,4^\circ C$

Titik didih (1 atm)	: -183° C
Temperatur kritis	: 154,5 K
Tekanan kritis	: 50,6 bar
Kelarutan	: a. sedikit larut dalam etanol 95%
	b. larut dan menyatu dengan Ag
	c. larut pada air dingin (0° C) = 4,89 cc
	d. larut pada air panas : 30° C = 2,6 cc
	100° C = 1,7 cc

#### 2.2.4 Air (H<sub>2</sub>O)

Berat molekul	: 18 kg/kmol
Titik didih (1 atm)	: 100° C
Temperatur kritis	: 101,15° C
Tekanan kritis	: 218,4 atm
Heat Capacity, cal/mol °K	: $3,47 + 1,45 \cdot 10^{-3}T + 0,121 \cdot 10^{-5} T^2$

### 2.3 Spesifikasi Bahan Pembantu

#### 2.3.1 Katalisator

Jenis	: Iron molybdenum oxide
Rumus kimia	: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> MoO <sub>3</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Bentuk	: silindris
Bulk Density	: 4,69 gr/cm <sup>3</sup>

Porositas	: 0,55
Diameter rata-rata	: 0,35 cm
Ukuran	: -4 sampai +8 mesh
Umur katalis	: 18 bulan
Komposisi	:
	$\text{MoO}_3 = 80\text{-}81\% \text{ W}$
	$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 14\text{-}15\% \text{ W}$
	$\text{Cr}_2\text{O}_3 = 4 - 5\% \text{ W}$
Dimensi	:
	OD = 4,5 mm
	ID = 1,7 mm
	H = 4 mm

#### 2.4 Pengendalian Kualitas

Pengendalian produksi dilakukan untuk menjaga kualitas produk yang akan dihasilkan, dan ini sudah harus dilakukan mulai dari bahan baku sampai menjadi produk. Pengendalian kualitas (*Quality Control*) pada pabrik urea formaldehid ini meliputi pengendalian kualitas bahan baku, pengendalian kualitas proses dan pengendalian kualitas produk.

### 2.4.1 Pengendalian Kualitas Bahan Baku

Pengendalian kualitas dari bahan baku dimaksudkan untuk mengetahui sejauh mana kualitas bahan baku yang digunakan, apakah sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan untuk proses. Oleh karena itu sebelum dilakukan proses produksi, dilakukan pengujian terhadap kualitas bahan baku methanol dan urea dengan tujuan agar bahan yang digunakan dapat diproses di dalam pabrik.

### 2.4.2 Pengendalian Kualitas Proses

Pengendalian kualitas proses dilakukan dengan alat pengendalian yang berpusat di *control room*, dilakukan dengan cara *automatic control* yang menggunakan indikator. Apabila terjadi penyimpangan pada indikator dari yang telah ditetapkan atau *disett*, baik itu *flow rate* bahan baku atau produk, *level control*, maupun *temperature control*, dapat diketahui dari sinyal atau tanda yang diberikan yaitu nyala lampu, bunyi alarm dan sebagainya. Bila terjadi penyimpangan, maka penyimpangan tersebut harus dikembalikan pada kondisi atau *set* semula baik secara manual atau otomatis.

Beberapa alat kontrol yang dijalankan yaitu, kontrol terhadap kondisi operasi baik tekanan maupun temperatur. Alat control yang harus diset pada kondisi tertentu antara lain :

- *Level Control*

Merupakan alat yang dipasang pada bagian atas tangki. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

- *Flow Rate*

Merupakan alat yang dipasang pada aliran bahan baku, aliran masuk dan aliran keluar proses.

- *Temperature Control*

Merupakan alat yang dipasang di dalam setiap alat proses. Jika belum sesuai dengan kondisi yang ditetapkan, maka akan timbul tanda/isyarat berupa suara dan nyala lampu.

Jika pengendalian proses dilakukan terhadap kerja pada suatu harga tertentu supaya dihasilkan produk yang memenuhi standar, maka pengendalian mutu dilakukan untuk mengetahui apakah bahan baku dan produk telah sesuai dengan spesifikasi. Setelah perencanaan produksi disusun dan proses produksi dijalankan perlu adanya pengawasan dan pengendalian produksi agar proses berjalan dengan baik.

Kegiatan proses produksi diharapkan menghasilkan produk yang mutunya sesuai dengan standart dan jumlah produksi yang sesuai dengan rencana serta waktu yang tepat sesuai jadwal.

### **2.4.3 Pengendalian Kualitas Produk**

Pengendalian kualitas produk dilakukan terhadap kemurnian produk urea formaldehid. Untuk memperoleh mutu produk standar maka diperlukan bahan yang berkualitas, pengawasan serta pengendalian terhadap proses yang ada dengan cara *system control* sehingga didapatkan produk yang berkualitas dan dapat dipasarkan.



## **BAB III**

### **PERANCANGAN PROSES**

#### **3.1 Uraian Proses**

Proses pembuatan urea formaldehid dibagi menjadi tiga tahap, yaitu :

1. Tahap Penyiapan Bahan Baku
2. Tahap Pembentukan Produk
3. Tahap Penanganan Produk

##### 1. Tahap Penyiapan Bahan Baku

Tahap penyiapan bahan baku bertujuan untuk menyiapkan bahan baku metanol dan oksigen agar sesuai dengan kondisi operasi yang diinginkan dalam reaktor *fixed bed multitube* yaitu pada suhu 240°C dan tekanan 1,4 atm.

Bahan baku utama pembuatan formaldehid adalah metanol dan oksigen. Metanol disimpan dalam tangki silinder dan *conical roof* (T-01) dalam fase cair pada kondisi suhu 32 °C dan tekanan 1 atm. Metanol dialirkan menggunakan pompa (P-01) menuju ke dalam vaporizer (V-01) sedemikian hingga tekanan umpan metanol keluar vaporizer menjadi 1,4 atm.

Dalam vaporizer, metanol diubah fasenya dari cair menjadi uap jenuh pada suhu 240°C. Jenis vaporizer yang digunakan adalah bertipe ketel. Setelah itu uap metanol diumpankan ke dalam reaktor (R-01).

Oksigen yang diperoleh dari udara lingkungan sekitar dengan kondisi suhu 32 °C dan tekanan 1 atm melewati *filter* (FL-01) untuk dipisahkan partikulat padat yang terkandung dalam udara. Kemudian tekanan dinaikkan dengan menggunakan *compressor* (CP-01) dan dengan menggunakan *blower* (B-01) udara dialirkan dialirkan menuju *Air Feed Heater* (HE-01) untuk dipanaskan sampai suhu 240<sup>0</sup>C kemudian diumpankan ke dalam reaktor (R-01).

Bahan baku urea prill yang disimpan dalam gudang (G-01) diangkut ke dalam *feeder* (FE-01) yang dilengkapi *weight feeder* (WF-01) dengan menggunakan *bucket elevator* (BE-01) dan *screw conveyor* (SC-01). Urea yang telah ditimbang kemudian dimasukkan ke dalam *mixing tank* (M-01) dan dilarutkan menggunakan air proses hingga diperoleh larutan urea 70 % berat. Larutan urea ini dialirkan dengan pompa (P-02) ke dalam absorber (AB-01) untuk digunakan sebagai penyerap gas formaldehid.

## 2. Tahap Pembentukan Produk

Tahap ini bertujuan untuk :

- a. Mereaksikan metanol dan oksigen dalam reaktor sehingga dihasilkan formaldehid.
- b. Mereaksikan gas formaldehid dengan larutan urea di dalam absorber.

Formaldehid terbentuk dengan mereaksikan bahan baku metanol dan oksigen dengan menggunakan katalis iron molibdenum oxide yang diletakkan dalam tube-tube reaktor *fixed bed multitube* dan operasinya berlangsung pada suhu 240 °C dan tekanan 1,4 atm. Reaksi oksidasi metanol berlangsung secara

non-isotermal dan non-adiabatis. Reaksinya merupakan reaksi eksotermis, sehingga selama reaksi berlangsung akan dilepas sejumlah panas. Untuk menjaga kondisi operasi reaktor (R-01) digunakan pendingin Dowterm A dari tangki penampungan (T-03) yang dialirkan melalui shell. Konversi reaksi mencapai 99 % dengan selektivitas formaldehid 94 %.

Pembentukan urea formaldehid dilakukan di dalam absorber (AB-01) dengan tipe *packed tower*. Absorber (AB-01) ini beroperasi pada suhu 110 °C dan tekanan 1,2 atm. Gas hasil reaksi yang mengandung gas formaldehid keluar dari reaktor pada suhu 239,8993 °C didinginkan di HE-02 sampai suhu 110 °C untuk diumpangkan ke dalam absorber (AB-01). Dalam absorber (AB-01) gas formaldehid diserap menggunakan larutan urea 70 % berat. Konversi penyerapan 97 %.

Gas-gas yang tidak terserap keluar melalui puncak absorber (AB-01) dan diumpangkan ke dalam Unit Pengolahan Limbah (UPL).

### 3. Tahap Penanganan Produk

Larutan urea formaldehid sebagai produk bawah menara absorber (AB-01) keluar pada suhu 110 °C. Dengan menggunakan pompa (P-03) larutan produk kemudian didinginkan di dalam *Product Cooler* (HE-04) sebelum dimasukkan ke dalam tangki penyimpanan produk (T-02).

## 3.2 Spesifikasi Alat Proses

### 3.2.1 Tangki Penyimpanan Methanol

Kode	: T-01
Tugas	: Menyimpan bahan baku Methanol selama 2 minggu sebanyak 980.570,9482 Kg.
Kondisi penyimpanan	: Atmosferik, suhu perancangan 32 °C
Jenis	: Tangki silinder vertikal dengan dished head
Ukuran	: Volume : 1506,0191 m <sup>3</sup> Tinggi : 7,3152 m Diameter : 7,6200 m
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Tebal shell	: 1/4, 1/4, 3/16, 3/16 in
Tebal head	: 3/16 in
Jumlah	: 1 buah

### 3.2.2 Tangki Penyimpanan Produk Urea Formaldehid

Kode	: T-01
Tugas	: Menyimpan produk urea formaldehid selama 2 minggu sebanyak 1.484.848,4848 Kg.
Kondisi penyimpanan	: Atmosferik, suhu perancangan 32 °C
Jenis	: Tangki silinder vertikal dengan dished head
Ukuran	: Volume : 1878,3634 m <sup>3</sup>

Tinggi	: 7,3152 m
Diameter	: 7,6200 m
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>
Tebal shell	: 1/4, 1/4, 3/16, 3/16 in
Tebal head	: 3/16 in
Jumlah	: 1 buah

### 3.2.3 Pompa-01

Kode	: P-01
Fungsi	: Mengalirkan bahan baku Methanol dari tangki penyimpanan (T-01) menuju Vaporizer (V-01) sebanyak 2918,3659 kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 19,6913 gpm
Ukuran pipa	: ID : 2,067 in OD : 2,38 in SCH : 40 IPS : 2,00 in
Motor penggerak	: 0,75 Hp
Jumlah	: 1

### 3.2.4 Pompa-02

Kode	: P-02
Fungsi	: Mengalirkan larutan urea dari Mixer (M-01) menuju Absorber (A-01) sebanyak 1699,6892 kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 13,8712 gpm
Ukuran pipa	: ID : 3866 in OD : 1,66 in SCH : 40 IPS : 1,25 in
Motor penggerak	: 0,33 Hp
Jumlah	: 1

### 3.2.5 Pompa-03

Kode	: P-03
Fungsi	: Mengalirkan produk keluaran dari absorber (A-01) menuju Tangki produk urea formaldehid (T-02) sebanyak 4419,1919 kg/jam.
Jenis	: <i>Centrifugal pump</i>
Kapasitas	: 29,5547 gpm
Ukuran pipa	: ID : 2,067 in

	OD	: 2,38 in
	SCH	: 40
	IPS	: 2,00 in
Motor penggerak		: 1 Hp
Jumlah		: 1

### 3.2.6 Vaporizer

Kode		: V-01
Fungsi		: Untuk menguapkan dan memanaskan methanol
Jenis		: Shell and Tube Heat Exchanger, counter flow
Jumlah		: 1 buah
Luas PerpindahanPanas		: 456,9385 ft <sup>2</sup>
<i>Shell</i>		
- ID		: 19,25 in
- <i>Pass</i>		: 1
<i>Tube</i>		
- OD, BWG, pitch		: 1 in, 16, 1,25 in
- Panjang, <i>Pass</i>		: 12 ft, 2 <i>pass</i>
- Jumlah		: 152 buah
- $\Delta P$		: 0,0031 psi
- Faktor Kekotoran		: 0,0032 Btu/jam.ft <sup>2</sup> . <sup>0</sup> F

-  $U_D$  : 47,8446 Btu/jam.ft<sup>2</sup>.°F

### 3.2.7 Filter Udara

Kode : FL-01

Fungsi : Untuk menyaring kotoran atau debu yang terdapat pada udara masuk yang di ambil dari lingkungan sekitar sebanyak 7191,9697 Kg.

Bahan : *Carbon steel 283 grade C*

Tipe : *Bag House Filter*

Kondisi operasi : Suhu : 32°C  
Tekanan : 1 atm

Kecepatan volumetrik : 2968,6485 ft<sup>3</sup>/menit

Diameter bag : 0,2032 m

Panjang bag : 2,4384 m

Jumlah bag : 18 buah

### 3.2.8 Blower-01

Kode : BL-01

Fungsi : Alat transportasi untuk mengalirkan udara segar dari lingkungan

Jenis : *Centrifugal*

Bahan : *Carbon steel 283 grade C*



Kondisi operasi	: Suhu	: 32°C
	Tekanan	: 1,2 atm
Tenaga Motor	: 0,1667 Hp	

### 3.2.9 Heat Exchanger - 01

Kode	: HE-01
Fungsi	: Memanaskan udara dari suhu 32°C menjadi 240°C dengan menggunakan steam.
Beban panas	: 1.533.601,0287 kJ/jam
Jenis	: Shell and tube Heat exchanger
Bahan	: <i>Carbon steel 283 grade C</i>
<i>Tube side</i>	:
- OD	: 1 in
- BWG	: 16
- Panjang	: 12 ft
- Jumlah <i>Tube</i>	: 152 buah
- Pass	: 6 pass
- $h_{i0}$	: 40,4905 Btu/hr.ft <sup>2</sup> (°F/ft)
- <i>pressure drop</i>	: 0,0334 psi
<i>Shell side</i>	:
- ID	: 21,25 in
- $h_o$	: 16,9116 Btu/hr.ft <sup>2</sup> (°F/ft)
- <i>Pressure drop</i>	: 0,0031 psi



02) dari 110°C menjadi 32°C dengan menggunakan air pendingin.

Beban panas	: 699.000,9659 kJ/jam
Jenis	: Shell and tube Heat exchanger
Bahan	: <i>Carbon steel 283 grade C</i>
<i>Tube side</i>	:
- OD	: 1 in
- BWG	: 16
- Panjang	: 12 ft
- Jumlah <i>Tube</i>	: 90 buah
- Pass	: 6 pass
- $h_{i0}$	: 131,1656 Btu/hr.ft <sup>2</sup> (°F/ft)
- <i>pressure drop</i>	: 0,1435 psi
<i>Shell side</i>	:
- ID	: 21,25 in
- $h_{o}$	: 416,1703 Btu/hr.ft <sup>2</sup> (°F/ft)
- <i>Pressure drop</i>	: 0,3120 psi
- $U_c$	: 99,7326 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
- $U_D$	: 72,5354 Btu/jam.ft <sup>2</sup> .°F
- $R_d$	: 0,0038

### 3.2.12 Heat Exchanger-04

Kode : HE-04

Fungsi	: Memanaskan larutan urea setelah keluar dari Mixer (M-01) sebelum masuk ke Absorber (A-01) dari suhu 32°C sampai 110°C dengan menggunakan steam.
Beban panas	: 392.576,6405 kJ/jam
Jenis	: <i>Double pipe heat exchanger</i>
A	: 11,0967 ft <sup>2</sup>
Ukuran alat	: Inner pipe : OD = 3,5 in ID = 3,0680 in Annulus : OD = 4,5 in ID = 4,0260 in
Bahan	: <i>Carbon steel SA 283 Grade C</i>

### 3.2.13 Reaktor

Kode	: R-01
Fungsi	: Tempat terjadinya reaksi antara Metanol dan Oksigen dengan menggunakan katalis <i>iron molybdenum</i> menjadi Formaldehid.
Jenis	: <i>Fixed Bed Multitube</i>
Diameter	: 2,0188 m
Tinggi	: 6,8 m
Tebal shell	: 1/4 in
Tebal Head	: 3/16 in

Fase	: Gas
Katalis	: Iron molybdenum oxide ( $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{MoO}_3\text{Cr}_2\text{O}_3$ )
Suhu Reaktor	: 240 °C
Tekanan	: 1,4 atm
Bahan	: <i>Carbon Steel SA 283 Grade C</i>

### 3.2.14 Absorber

Kode	: AB-01
Fungsi	: Menyerap gas formaldehid menjadi urea formaldehid dengan menggunakan larutan urea.
Jenis	: <i>Packed Tower</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi	:
- Tekanan	: 1.2 atm
- Temperatur	: 110 °C
Dimensi	:
- Luas kolom	: 11,7929 ft <sup>2</sup>
- Diameter menara	: 1,1628 m
- Tebal <i>shell</i>	: 3/16 in
- Tinggi <i>packing/bed</i>	: 3,3254 m
- Tebal <i>head</i>	: 3/16 in
- Tinggi <i>head</i>	: 0,47 m

- Tinggi menara	: 17,55 m
Jenis <i>Packing</i>	: <i>Rasching Rings</i>
Bahan Konstruksi	: <i>Carbon steel SA 283 grade C</i>

### 3.2.15 Gudang Penyimpanan Urea

Kode	: G-01
Fungsi	: Tempat untuk menyimpan bahan baku Urea selama 30 hari.
Jenis	: Bangunan Tertutup berbentuk persegi panjang dengan tutup konis (kerucut) dengan kapasitas 1112,92 kg/jam.
Jumlah	: 1 buah
Volume	: 726,81 m <sup>3</sup>
Tinggi	: 5 m
Luas	: 150 m <sup>2</sup>
Bahan Konstruksi	: Bata yang dilapisi Semen

### 3.2.16 *Screw Conveyor*

Kode	: SC-01
Fungsi	: Mengangkut bahan baku urea dari <i>Bucket Elevator</i> (BE-01) menuju <i>Weight Feeder</i> (WF-01)
Jenis	: Horizontal

<i>Power</i>	: 2hp
Lebar <i>Screw</i>	: 35 cm
Panjang <i>Screw</i>	: 7 m
Kecepatan <i>Screw</i>	: 200 ft/min
Jumlah	: 1 buah

### **3.2.17 Bucket Elevator**

Kode	: BE-01
Fungsi	: Untuk membawa padatan urea dari Gudang (GU-01) menuju <i>Screw Conveyor</i> (SC-01).
Jenis	: <i>Continous Bucket Elevator</i>
Power	: 5 Hp
Dimensi Bucket	:
- Ukuran bucket	: 8 x 5,5 x 7,75 in (203 x 140 x 197 mm)
- Jarak antar bucket	: 8 in (203 mm)
- Tinggi elevator	: 7,620 m
- Kapasitas	: 1335,5068 kg/jam
- Jumlah	: 1 buah

### **3.2.18 Weight Feeder**

Kode	: WF-01
Fungsi	: Menampung sementara dan mengumpan urea padat menuju M-01.

Jenis	: Feeder
Fase	: Padat
Jumlah	: 1 buah
Kondisi operasi	: Suhu : 32°C Tekanan : 1 atm
Bahan	: <i>Carbon Steel SA-285 grade C</i>
Diameter <i>Feeder</i>	: 0,6828 m
Tinggi shell	: 1,0241 m
Tinggi kerucut	: 0,0896 m
Tinggi total	: 1,1137 m

### 3.2.19 *Mixing Tank*

Kode	: M-01
Fungsi	: Tempat mencampurkan $\text{CO}(\text{NH})_2$ dan $\text{H}_2\text{O}$ sehingga di peroleh larutan $\text{CO}(\text{NH})_2$ untuk umpan Absorber (AB-01).
Jenis	: Vessel vertical dengan pangaduk
Bahan Konstruksi	: SA-167 Grade 3 type 304
Kapasitas	: 647,5083 $\text{kg/m}^3$
Dimensi	:
- OD	: 0,762 m
- $H_{\text{total}}$	: 1,0638 m
- Tebal <i>shell</i>	: 3/16 in



- Tebal <i>head</i>	: 3/16 in
- <i>Impeller</i>	: <i>Disc six flat-blade open turbine</i>
- Jumlah	: 1 buah <i>impeller</i>
<i>Power</i>	: 0,5 Hp
Jumlah	: 1 buah

### 3.2.20 Compressor

Fungsi	: Untuk menaikkan tekanan udara dari 1 atm menjadi 1,4 atm.
Jenis	: Sentrifugal multi stage
Jumlah stage	: 2
Power	: 5 Hp

## 3.3 Perencanaan Produksi

### 3.3.1 Kapasitas Perancangan

Pemilihan kapasitas perancangan didasarkan pada kebutuhan *Urea Formaldehyde* di Indonesia, tersedianya bahan baku serta ketentuan kapasitas minimal. Kebutuhan *Urea Formaldehyde* dari tahun ke tahun mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan pesatnya perkembangan industri kimia di Indonesia. Diperkirakan kebutuhan *Urea Formaldehyde* akan terus meningkat di tahun-tahun mendatang, sejalan dengan berkembangnya industri - industri yang menggunakan *Urea Formaldehyde* sebagai bahan baku dan bahan

tambahan. Dan juga dengan melihat kapasitas pabrik – pabrik *Urea Formaldehyde* yang telah berdiri. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka ditetapkan kapasitas pabrik yang akan didirikan adalah 35.000 ton/ tahun.

Untuk menentukan kapasitas produksi ada beberapa hal yang perlu dipertimbangkan, yaitu :

1. Proyeksi kebutuhan dalam negeri

Berdasarkan data statistik yang diterbitkan oleh BPS dalam “Statistik Perdagangan Indonesia” tentang kebutuhan *Urea Formaldehyde* di Indonesia dari tahun ke tahun cenderung meningkat.

Dengan kapasitas tersebut diharapkan :

- a. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.
- b. Dapat menghemat devisa negara yang cukup besar karena laju import *Urea Formaldehyde* dapat ditekan seminimal mungkin.

2. Ketersediaan bahan baku

Kontinuitas ketersediaan bahan baku dalam pembuatan *Urea Formaldehyde* adalah penting dan mutlak yang harus diperhatikan pada penentuan kapasitas produksi suatu pabrik. Diharapkan kebutuhan bahan baku *methanol* dapat diperoleh dari PT. Kaltim Methanol Industri (KMI) di Bontang, Kalimantan Timur dengan

kapasitas produksi 660.000 ton/tahun, urea dapat diperoleh dari PT. Pupuk Kalimantan Timur yang mempunyai kapasitas 2.980.000 urea ton/tahun sedangkan udara diambil dari udara bebas.

### **3.3.2 Perencanaan Bahan Baku dan Alat Proses**

Dalam menyusun rencana produksi secara garis besar ada dua hal yang perlu diperhatikan, yaitu faktor eksternal dan faktor internal. Faktor eksternal adalah faktor yang menyangkut kemampuan pasar terhadap jumlah produk yang dihasilkan, sedangkan faktor internal adalah kemampuan pabrik.

#### **1. Kemampuan Pasar**

Dapat dibagi menjadi 2 kemungkinan, yaitu :

- a. Kemampuan pasar lebih besar dibandingkan kemampuan pabrik, maka rencana produksi disusun secara maksimal.
- b. Kemampuan pasar lebih kecil dibandingkan kemampuan pabrik. Oleh karena itu perlu dicari alternatif untuk menyusun rencana produksi, misalnya :
  - 1) Rencana produksi sesuai dengan kemampuan pasar atau produksi diturunkan sesuai kemampuan pasar dengan mempertimbangkan untung dan rugi.

- 2) Rencana produksi tetap dengan mempertimbangkan bahwa kelebihan produksi disimpan dan dipasarkan tahun berikutnya.
- 3) Mencari daerah pemasaran.

## 2. Kemampuan Pabrik

Pada umumnya pabrik ditentukan oleh beberapa faktor, antara lain :

### a. Material ( bahan baku )

Dengan pemakaian material yang memenuhi kualitas dan kuantitas maka akan tercapai target produksi yang diinginkan.

### b. Manusia ( tenaga kerja )

Kurang terampilnya tenaga kerja akan menimbulkan kerugian pabrik, untuk itu perlu dilakukan pelatihan atau training pada karyawan agar keterampilannya meningkat.

### c. Mesin ( peralatan )

Ada dua hal yang mempengaruhi keandalan dan kemampuan mesin, yaitu jam kerja mesin efektif dan kemampuan mesin. Jam kerja efektif adalah kemampuan suatu alat untuk beroperasi pada kapasitas yang diinginkan

pada periode tertentu. Kemampuan mesin adalah kemampuan suatu alat dalam proses produksi.

## **BAB IV**

### **PERANCANGAN PABRIK**

#### **4.1 Lokasi Pabrik**

Didalam perancangan pabrik, penentuan dan pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor yang sangat penting. Hal tersebut dikarenakan mempengaruhi kegiatan pabrik, baik produksi produk maupun distribusi produk. Nilai ekonomi dari pabrik yang akan didirikan juga berkaitan dengan penentuan dan pemilihan lokasi pabrik. Maka dari itu, pertimbangan yang utama dalam perancangan pabrik adalah penentuan dan pemilihan lokasi pabrik harus menjadikan produksi dan distribusi produk agar minimum.

Urea Formaldehid termasuk dalam produk *weight losing*, sehingga lokasi pabrik yang dipilih sebaiknya dekat dengan lokasi bahan baku agar biaya transportasi bisa diminimumkan. Bahan baku yang diperlukan adalah methanol dan urea yang didapat dari dalam negeri. Pabrik metanol di Indonesia adalah PT. KMI dan Pertamina Pulau Bunyu yang berada di Kalimantan Timur. Sedangkan Pabrik Urea di Indonesia adalah PT. Pupuk Iskandar Muda yang berada di Nangro Aceh Darussalam, PT. Pupuk Sriwidjaja (Sumatera Selatan), PT. Pupuk Kujang (Jawa Barat), PT. Petrokimia Gresik (Jawa Timur) dan PT. Pupuk Kaltim (Kalimantan Timur).

Pertimbangan lain dalam memilih lokasi pabrik adalah sifat bahan baku dan produk yang berbahaya. Jika bahan baku berbahaya, maka lokasi pabrik sebaiknya berada di dekat sumber bahan baku, sementara jika produk yang

berbahaya, maka lokasi pabrik seharusnya berada di dekat pasar. Namun dalam hal ini, kedua pertimbangan itu dapat dikesampingkan karena pabrik Urea Formaldehid tidak mempunyai bahan baku maupun produk yang bersifat berbahaya.

Alternatif lokasi yang memenuhi faktor-faktor tersebut diatas yaitu di daerah Bontang. Bontang memenuhi kriteria dekat dengan kedua bahan baku yaitu methanol dari PT. KMI dan urea dari PT. Pupuk Kaltim serta dekat dengan pasar Urea Formaldehid. Bontang merupakan kawasan industri sehingga pajak, karakter tanah, pengolahan limbah, pengadaan energi telah diperhitungkan dan tersedia.

Untuk perancangan pabrik Urea Formaldehid ini akhirnya dipilih lokasi di daerah Bontang, Kalimantan Timur dengan mempertimbangkan faktor-faktor sebagai berikut :

#### **4.1.1 Faktor Primer Penentuan Lokasi Pabrik**

Faktor primer adalah faktor yang mempengaruhi tujuan utama dari pabrik. Tujuan utama tersebut meliputi produksi dan distribusi, faktor-faktor primer yang mempengaruhi dalam penentuan dan pemilihan lokasi pabrik adalah:

##### **1. Penyediaan Bahan Baku**

Lokasi pabrik yang dipilih adalah di Bontang, Kalimantan Timur karena dekat dengan sumber bahan baku yaitu metanol dari PT. Kaltim Metanol Indonesia dan urea dari PT. Pupuk Kalimantan Timur.

## 2. Pemasaran

Pemasaran merupakan salah satu hal yang sangat mempengaruhi studi kelayakan proses. Dengan pemasaran yang tepat akan menghasilkan keuntungan dan menjamin kelangsungan proyek. Lokasi di kawasan Bontang relatif strategis untuk pemasaran produk terutama bagi pabrik-pabrik yang menggunakan Urea formaldehid.

## 3. Utilitas

Penyediaan listrik dapat diperoleh dari PLN sedangkan bahan bakar dapat diperoleh dari distributor. Kebutuhan air sebagai penunjang proses produksi dapat diambil dari air sungai (DAS).

## 4. Tenaga Kerja

Kawasan industri merupakan salah satu tujuan para pencari kerja. Sebagian besar dari tenaga kerja yang dibutuhkan di pabrik ini adalah tenaga kerja yang berpendidikan kejuruan atau menengah dan sebagian sarjana sesuai dengan kebutuhan. Faktor kedisiplinan dan pengalaman kerja pada tenaga kerja juga menjadi prioritas dalam perekrutan tenaga kerja, sehingga tenaga kerja yang diterima saat perekrutan merupakan tenaga kerja yang berkualitas dan berkerja sebagaimana mestinya.

## 5. Transportasi

Sarana transportasi darat dan laut akan sangat menunjang kelangsungan produksi Bontang merupakan daerah kawasan industri yang telah



dilengkapi dengan sarana transportasi yang cukup lengkap yaitu dengan adanya jalan raya yang menghubungkan lokasi industri ke sumber bahan baku maupun daerah pemasaran dan pelabuhan kapal dengan fasilitas yang cukup memadai.

#### **4.1.2 Faktor Sekunder Penentuan Lokasi Pabrik**

##### **1. Kondisi Tanah dan Daerah**

Kondisi tanah yang relatif masih luas dan merupakan tanah datar sangat menguntungkan. Selain itu Bontang merupakan salah satu kawasan industri di Indonesia sehingga pengaturan dan penanggulangan mengenai dampak lingkungan dapat dilaksanakan dengan baik.

##### **2. Kebijakan Pemerintah**

Sesuai dengan kebijakan pengembangan industri, pemerintah telah menetapkan daerah Bontang sebagai kawasan industri terbuka bagi investor asing. Pemerintah sebagai fasilitator telah memberikan kemudahan-kemudahan dalam perizinan, pajak dan hal-hal lain yang menyangkut teknis pelaksanaan pendirian suatu pabrik.

##### **3. Lingkungan Sekitar**

Sikap atau perilaku masyarakat sekitar lokasi pabrik diperkirakan akan mendukung pendirian pabrik Urea Formaldehid karena akan menjamin tersedianya lapangan kerja bagi masyarakat. Selain itu, pendirian pabrik ini tidak akan mengganggu keamanan dan keselamatan masyarakat sekitar lokasi pabrik.

##### **4. Sarana Penunjang Lain**

Bontang sebagai Kawasan industry telah memiliki fasilitas terpadu seperti perumahan, sarana olahraga, sarana kesehatan, sarana hiburan dan lainnya

#### **4.2 Tata Letak Pabrik (Plant Layout)**

*Lay out* pabrik adalah tempat kedudukan dari keseluruhan bagian yang ada dalam pabrik, dimana meliputi tempat perkantoran (*office*), tempat peralatan proses, tempat penyimpanan bahan baku dan produk, tempat unit pendukung dan tambahan-tambahan lain yang dirancang untuk mendukung kelancaran dari pelaksanaan proses produksi. Beberapa tujuan dari pengaturan tata ruang pabrik antara lain : Penghematan waktu transportasi bahan baku, produk, alat maupun karyawan dalam area pabrik, sehingga waktu proses produksi dapat optimal; Pemanfaatan area pabrik secara efektif dan efisien sehingga diharapkan tidak ada area kosong yang dibiarkan begitu saja dan dapat menghemat lahan yang berarti pula dapat menghemat biaya investasi dan pajak; Pencegahan kecelakaan kerja; serta tujuan-tujuan yang lain. Adapun total lahan pabrik seluas 33.500 m<sup>2</sup>.

Secara garis besar, tata letak pabrik dibagi menjadi beberapa daerah utama, yaitu:

##### **1. Daerah proses**

Daerah proses adalah daerah yang digunakan untuk menempatkan alat-alat yang berhubungan dengan proses produksi, dimana daerah ini diletakkan pada daerah yang terpisah dari bagian lain.

##### **2. Perluasan pabrik dan kemungkinan penambahan bangunan**

Perluasan pabrik ini harus sudah masuk dalam perhitungan sejak awal, supaya masalah kebutuhan tempat tidak timbul dimasa yang akan datang. Sejumlah

area khusus disiapkan untuk dipakai sebagai perluasan pabrik, penambahan peralatan untuk menambah kapasitas pabrik ataupun untuk mengolah produk menjadi produk lain.

### 3. Keamanan

Keamanan terhadap kemungkinan adanya bahaya kebakaran, ledakan, asap, atau gas beracun, harus benar-benar diperhatikan didalam penentuan tata letak pabrik. Untuk itu diperlukan peralatan-peralatan pemadam kebakaran disekitar lokasi yang berbahaya tadi. Tangki penyimpanan produk atau unit-unit yang mudah meledak harus diletakkan di area khusus serta perlu adanya jarak antara bangunan satu dengan bangunan yang lain guna memberikan pertolongan dan penyediaan jalan bagi karyawan untuk menyelamatkan diri.

### 4. Instalasi dan utilitas.

Pemasangan dan distribusi yang baik dari gas, udara, steam, dan listrik akan membantu kemudahan kerja dan perawatannya. Penempatan alat proses harus sedemikian rupa sehingga petugas dapat dengan mudah mencapainya dan dapat menjamin kelancaran operasi serta memudahkan perawatannya.

### 5. Luas area yang tersedia

Harga tanah menjadi hal yang membatasi kemampuan penyediaan area. Pemakaian tempat disesuaikan dengan area yang tersedia. Jika harga tanah amat tinggi maka diperlukan efisiensi dalam penggunaan ruangan sehingga peralatan tertentu diletakkan di atas peralatan lain ataupun lantai ruangan diatur sedemikian rupa agar menghemat tempat.

## 6. Area pengolahan limbah

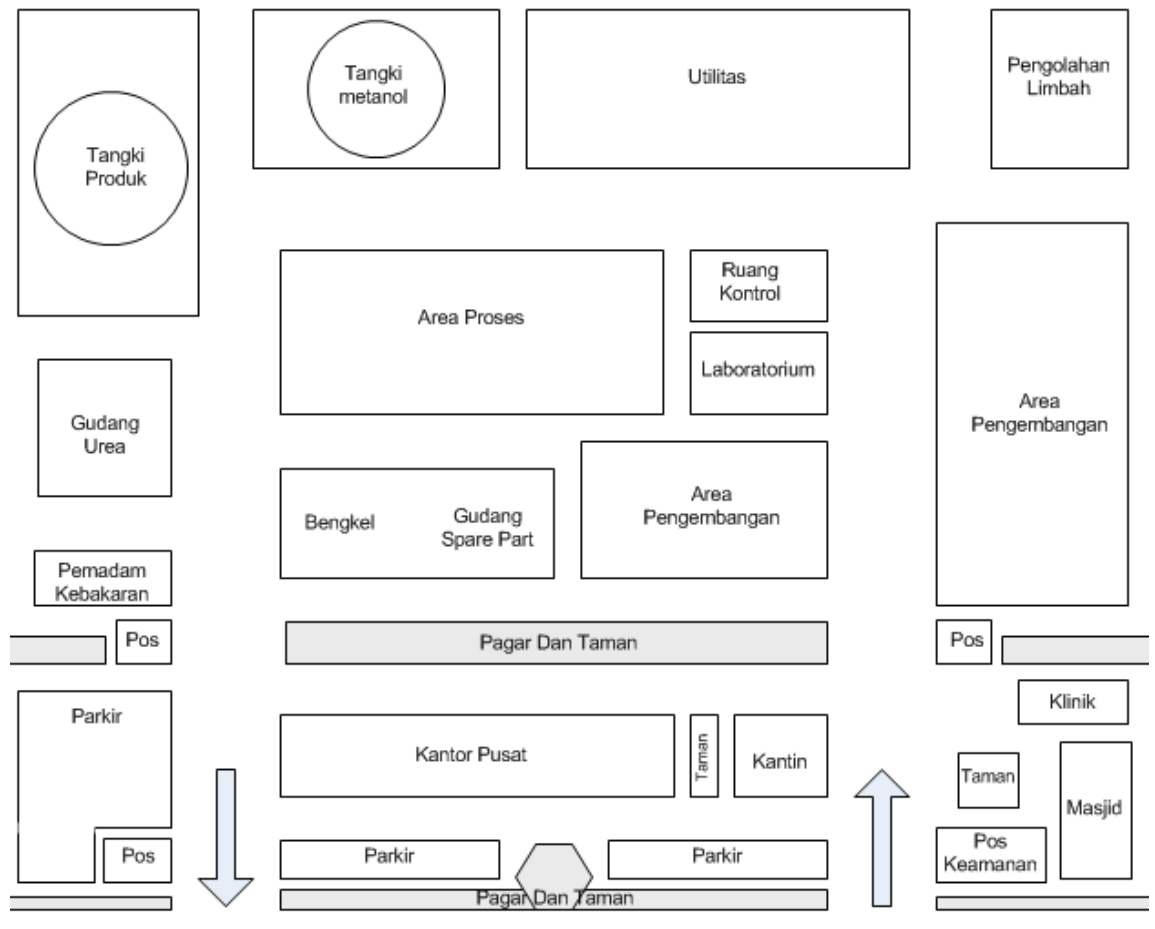
Pabrik harus memperhatikan aspek sosial dan ikut menjaga kelestarian lingkungan, yaitu dengan memperhatikan masalah buangan limbah hasil produksinya. Batas maksimal kandungan komponen berbahaya pada limbah harus diperhatikan dengan baik. Untuk itu penambahan fasilitas pengolahan limbah sangat diperlukan, sehingga limbah tersebut tidak berbahaya bagi komunitas yang ada disekitarnya

Rincian luas area pabrik sebagai bangunan pabrik ditunjukkan pada Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1 Rincian area bangunan pabrik urea formaldehid

No.	Penggunaan Lahan	Luas (m <sup>2</sup> )
1	Pos keamanan	50
2	Tempat parkir	1000
3	Kantor	1000
4	Kantin	200
5	Masjid	200
6	Poliklinik	100
7	Gudang Urea	500
8	Bengkel dan Gudang spare part	800

<b>No.</b>	<b>Penggunaan Lahan</b>	<b>Luas (m<sup>2</sup>)</b>
9	Pemadam Kebakaran	200
10	Laboratorium	300
11	Daerah proses	1500
12	Ruang kontrol	250
14	Daerah utilitas	1500
15	Area pengembangan	5000
16	Unit pengolahan limbah	500
17	Taman dan Jalan	2400
	<b>Luas Bangunan</b>	<b>15500</b>
	<b>Luas Tanah</b>	<b>18000</b>
	<b>Total</b>	<b>33500</b>



Skala : 1 : 1000

Gambar 4.1 *Lay out* Pabrik Urea Formaldehid

### 4.3 Tata Letak Mesin/Alat Proses (Mechines Layout)

Tata letak mesin/alat proses merupakan suatu pengaturan yang maksimum dari komponen-komponen fasilitas pabrik. Dalam perancangan tata letak peralatan proses pada pabrik ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu:

#### **4.3.1 Aliran Bahan Baku dan Produk**

Jalur aliran bahan baku dan produk yang tepat akan membeirkan keuntungan ekonomis yang besar, serta dapat menunjang kelancaran dan keamanan produksi.

#### **4.3.2 Aliran Udara**

Kelancaran aliran udara didalam dan sekitar area proses perlu diperhatikan. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menghindari terjadinya stagnasi udara atau keadaan berhenti pada suatu tempat berupa akumulasi bahan kimia berbahaya yang dapat membahayakan keselamatan karyawan. Selain itu arah hembusan angin juga perlu diperhatikan.

#### **4.3.3 Pencahayaan**

Pencahayaan ata penerangan pada seluruh area pabrik harus memadai. Perlu diberi penerangan tambahan pada tempat-tempat proses yang berbahaya ata beresiko tinggi.

#### **4.3.4 Lalu Lintas Manusia dan Kendaraan**

Dalam perancangan *layout* peralatan, perlu diperhatikan supaya karyawan dapat mencapai seluruh alat proses dengan cepat dan mudah. Apabila terjadi gangguan pada alat proses segera diperbaiki. Selain itu, keamanan dan keselamatan karyawan selama menjalankan tugasnya perlu menjadi prioritas yang tinggi.

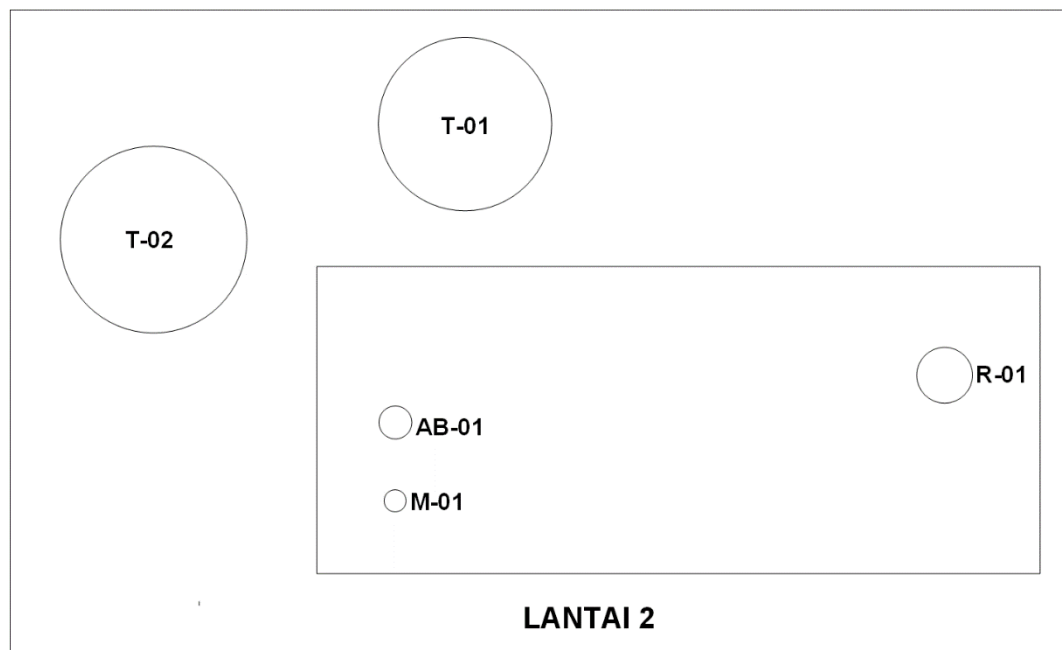
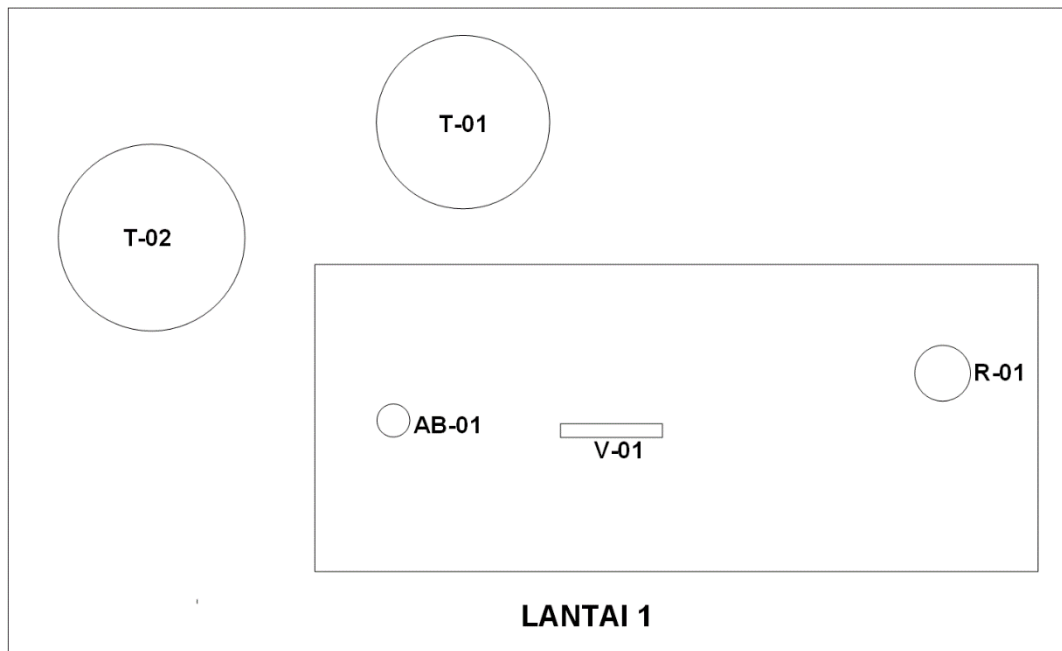
#### **4.3.5 Pertimbangan Ekonomi**

Dalam menempatkan alat-alat proses pada pabrik diusahakan dapat meminimalisir biaya operasi dan tetap menjamin kelancaran serta keamanan produk pabrik sehingga dapat menguntungkan dari segi ekonomi.

#### **4.3.6 Jarak Antar Alat Proses**

Untuk alat proses yang mempunyai tekanan operasi dan suhu yang tinggi, sebaiknya dipisahkan dari alat proses lainnya, sehingga dapat menghindari jika terjadi ledakan atau kebakaran pada alat tersebut. Selain itu, tidak membahayakan alat-alat proses lainnya. Pada Gambar 4.2 dibawah ini menunjukkan Tata Letak Alat Proses pada Pabrik Urea Formaldehid





Skala : 1:1000

Gambar 4.2 Tata letak alat proses

#### 4.4 Alir Proses dan Material

Berdasarkan hasil perhitungan Neraca Massa dan Neraca Panas dalam Perancangan Pabrik Urea Formaldehid 35.000 ton/tahun terlihat pada Tabel 4.2 sampai dengan Tabel 4.8 Sebagai berikut:

#### 4.4.1 Neraca Massa

##### 4.4.1.1 Neraca Massa Total

Tabel 4.2 Neraca Massa Total

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
CH <sub>3</sub> OH	2913,9884	29,1399
H <sub>2</sub> O	599,2688	2249,0994
O <sub>2</sub>	1510,3136	14,5699
N <sub>2</sub>	5681,6560	5681,6560
CHOH	-	2704,5455
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	1104,7980	1104,7980
CHOOH	-	2,4882
CO	-	23,7279
Total	11810,0248	11810,0248

##### 4.4.1.2 Neraca Massa Per Alat

Tabel 4.3 Neraca Massa di Vaporizer (V-01)

Komponen	Input (Kg/jam)	Output (Kg/jam)
	Arus 1	Arus 2
CH <sub>3</sub> OH	2913,9884	2913,988
H <sub>2</sub> O	4,3775	4,3775
Total	2918,3659	2918,3659

Tabel 4.4 Neraca Massa diReaktor (R-01)

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 4		Arus 5	
CH <sub>3</sub> OH	2913,9884		29,1399	
O <sub>2</sub>	1510,3136		14,5699	
CHOH	-		2704,5455	
CO	-		23,7279	
H <sub>2</sub> O	4,377		1654,2082	
CHOOH	-		2,4882	
N <sub>2</sub>	5681,6560		5681,6560	
Total	10110,3356		10110,3356	

Tabel 4.5 Neraca Massa di Mixer (M-01)

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 6	Arus 7	Arus 8	
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	1104,7980	-	1104,7980	
H <sub>2</sub> O	8,1243	586,7669	594,8912	
Total	1699,6892		1699,6892	

Tabel 4.6 Neraca Massa di Absorber (AB-01)

Komponen	Input (Kg/jam)		Output (Kg/jam)	
	Arus 5	Arus 8	Arus 9	Arus 10
CH <sub>3</sub> OH	29,139	-	9,2803	19,8596
H <sub>2</sub> O	1654,208	594,8912	651,3889	19,8596

O <sub>2</sub>	14,5699	-	-	14,5699
N <sub>2</sub>	5681,6560	-	-	5681,6560
CHOH	2704,5455	-	2651,5152	53,0303
(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO	-	1104,7980	1104,7980	-
CHOOH	2,4882	-	2,2096	0,2786
CO	23,7279	-	-	23,7279
Total	11810,0248		11810,0248	

## 4.4.2 Neraca Panas

### 4.4.2.1 Neraca Panas Reaktor

Tabel 4.7 Neraca panas reaktor

Komponen	Masuk (KJ/jam)	Keluar (KJ/jam)
CH <sub>3</sub> OH	1.021.539,4502	10.215,3945
O <sub>2</sub>	307.271,7744	2.964,2399
H <sub>2</sub> O	1.798,2330	679.524,4994
N <sub>2</sub>	1.278.387,3539	1.278.387,3539
CHOH	-	770.055,9927
CO	-	6.118,7189
CHOOH	-	630,9896
Reaksi Utama	-13354172,32	-
Reaksi Samping 1	-243392,8473	-
Reaksi Samping 2	-	23.835,7477
Q loss	-	-13760301,2950
Total	10.988.568,3585	10.988.568,3585

### 4.4.2.2 Neraca Panas Vaporizer

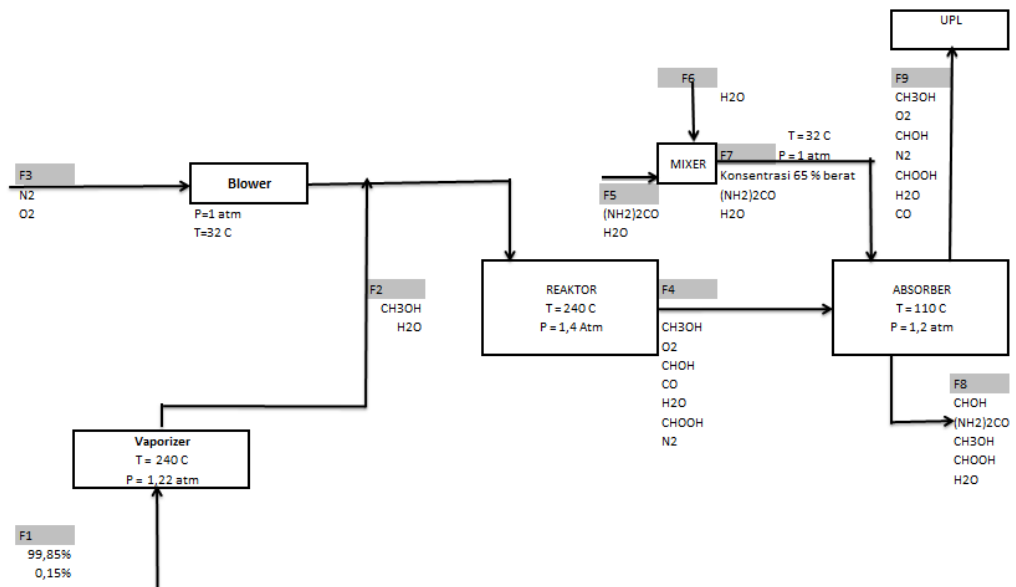
Tabel 4.8 Neraca panas reaktor

Komponen	Masuk (KJ/jam)	Keluar (KJ/jam)
CH <sub>3</sub> OH	51.133,8554	1.021.539,4502
H <sub>2</sub> O	128,4947	1.798,2330
Q1	227.289,9320	-
Q2	2.146.613,1468	-

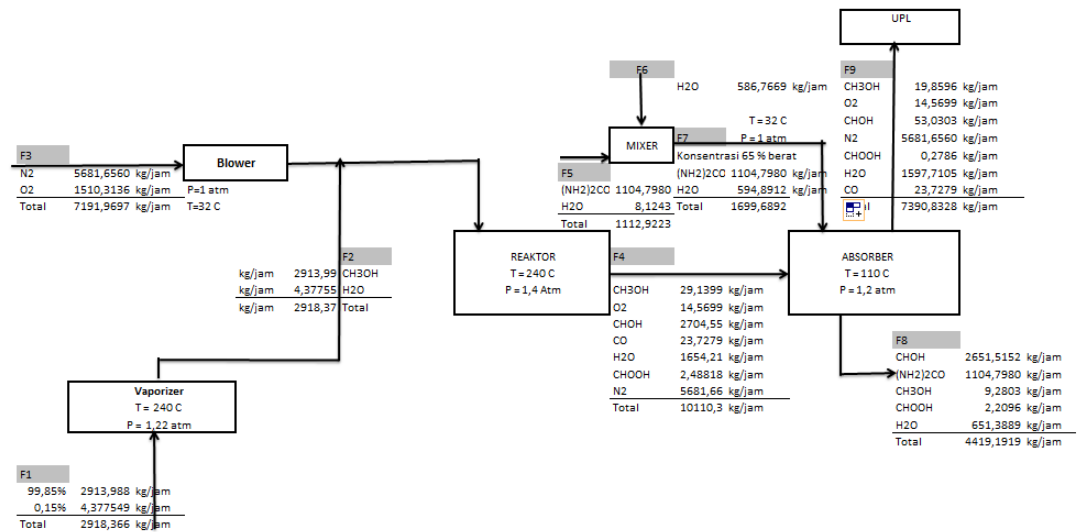
Komponen	Masuk (KJ/jam)	Keluar (KJ/jam)
Q3	-	128.718,0034
Panas yang diambil	-	1273109,7424
Total	2.425.165,4290	2.425.165,4290

#### 4.4.3 Diagram Alir

Pada Gambar 4.3 dan 4.4 dibawah ini menunjukkan Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif Pabrik Urea Formaldehid Proses DB Western Kapasitas 35,000 ton tahun,



Gambar 4.3 Diagram Alir Kualitatif



Gambar 4.4 Diagram Alir Kuantitatif

#### 4.5 Unit Pendukung Proses (Utilitas)

Unit pendukung proses atau yang sering dikenal dengan unit utilitas adalah sebagai unit menunjang kelancaran pelaksanaan proses produksi, Unit utilitas menyediakan bahan-bahan dan alat penggerak peralatan yang ada dalam proses produksi pabrik, Utilitas yang diperlukan pada Pra Rancangan Pabrik Urea Formaldehid ini, yaitu:

##### 1. Unit Pengadaan dan Pengolahan Air

Pada unit ini lebih dikenal dengan *Raw Water Treatment Plant* (RWTP) bertugas untuk menyediakan dan mengolah air bersih untuk dapat memenuhi kebutuhan air di pabrik,

##### 2. Unit Pembangkit Steam

Pada unit Pembangkit steam bertugas untuk menyediakan kebutuhan steam sebagai media pemanas,

### 3. Unit Pembangkit Listrik

Pada unit Pembangkit Listrik bertugas sebagai memenuhi kebutuhan listrik untuk menggerakkan alat proses, alat utilitas, alat elektronika, AC dan untuk penerangan pada pabrik,

### 4. Unit Penyedia Udara dan Instrument

Pada unit ini bertugas untuk memenuhi udara bersih,

### 5. Unit Pengadaan Bahan Bakar

Unit Pengadaan bahan bakar bertugas menyediakan kebutuhan bakar bakar di pabrik,

## **4.5.1 Unit Pengadaan dan Pengolahan Air**

### **4.5.1.1 Unit Pengadaan Air**

Unit Pengadaan Pengolahan air atau yang lebih dikenal dengan *Raw Water Treatment Plant* (RWTP) adalah proses pengolahan air baku menjadi air bersih karena air yang berasal dari alam bukanlah air jernih sebab masih banyak mengandung kotoran (*impurities*) yang terdiri dari *suspended solid* (*impurities* tidak terlarut) yang diolah pada proses klarifikasi dan *dissolved solid* (*impurities* terlarut) yang diolah pada proses demineralisasi,

Dalam perancangan pabrik Urea Formaldehid ini, air baku yang digunakan diambil dari Sungai Bontang yang nantinya digunakan untuk keperluan di lingkungan pabrik, antara lain:



## 1. Air Pendingin

Air pendingin digunakan sebagai media pendingin dengan pertimbangan :

- a. Air dapat diperoleh dengan mudah dalam jumlah yang besar,
- b. Mudah dalam pengaturan dan pengolahannya,
- c. Dapat menyerap sejumlah panas per satuan volume yang tinggi,
- d. Tidak terdekomposisi,

Air yang digunakan sebagai air pendingin tidak boleh mengandung zat-zat sebagai berikut :

- a. Besi, yang dapat menimbulkan korosi,
- b. Silika, yang dapat menyebabkan kerak,
- c. Oksigen terlarut, yang dapat menyebabkan korosi,
- d. Minyak, yang merupakan penyebab terganggunya *film corrotioninhibitor*, menurunkan *heat transfer coefficient* dan dapat menjadi makanan mikroba sehingga menimbulkan endapan,

## 2. Air umpan boiler

Merupakan air yang digunakan untuk menghasilkan steam dan untuk kelangsungan proses, Meskipun terlihat jernih, tetapi pada umumnya air masih mengandung larutan garam dan asam,

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penanganan air umpan boiler adalah sebagai berikut :

- a. Zat yang menyebabkan korosi

Korosi yang terjadi dalam boiler disebabkan karena air mengandung larutan asam dan gas –gas yang terlarut seperti  $O_2$ ,  $CO_2$ , dan  $NH_3$ ,

b. Zat yang menyebabkan kerak (scale forming )

Pembentukan kerak disebabkan karena adanya kesadahan dan suhu tinggi, yang biasanya berupa garam –garam karbonat dan silika,

3. Air sanitasi

Air sanitasi digunakan untuk kebutuhan kantor, air minum, laboratorium dan rumah tangga,

Syarat air sanitasi meliputi:

- Suhu dibawah suhu udara luar
- Warna jernih
- Tidak berasa
- Tidak berbau

Syarat kimia meliputi:

- Tidak mengandung zat organik maupun an-organik
- Tidak beracun

4. Air Proses

Air Proses digunakan untuk kebutuhan proses pada area proses,

Syarat air proses meliputi:

- Tidak berasa
- Berwarna jernih

- Tidak berbau
- Tidak mengandung zat organik maupun an-organik

#### 4.5.1.2 Unit Pengolahan Air

Air yang diperoleh dari Sungai Bontang diolah agar mendapatkan air yang bersih sehingga dapat dipergunakan untuk memenuhi kebutuhan air, Air baku tersebut perlu diolah terlebih dahulu sebelum digunakan karena masih mengandung banyak kotoran seperti lumpur, tanah, dan kotoran lainnya, Air baku tersebut mula-mula dilewatkan *Screener* dan diumpankan ke bak pengendapan awal untuk mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa dari air sungai, Kemudian diumpankan ke bak penggumpal dan diinjeksi *aluminium sulfate* yang berfungsi sebagai koagulan untuk menetralkan muatan negatif partikel dari *suspended solid* sehingga tidak saling tolak-menolak menjadi *pin flocc*, Kemudian diinjeksi pula dengan *caustic* yang berfungsi untuk menetralkan pH pada air setelah injeksi *aluminium sulfate* agar diharapkan pH air tersebut dapat mencapai 6,4–6,7,

Tahapan-tahapan pengolahan air adalah sebagai berikut:

##### 1. *Clarifier*

Proses yang terjadi di *Clarifier* adalah flokulasi yang merupakan proses penyatuan flok dari partikel yang sulit membentuk flok sehingga dapat membentuk flok yang lebih berat untuk di *blowdown*, Air bersih keluar dari pinggir *Clarifier* secara *overflow*,

sedangkan flok yang terbentuk akan mengendap secara gravitasi dan di *blowdown* secara berkala dalam waktu yang telah ditentukan,

## 2. *Sand Filter*

Air dari *Clarifier* dimasukkan ke dalam *Sand Filter* untuk menahan/ menyaring partikel - partikel solid yang lolos atau yang terbawa bersama air dari *Clarifier*, Air keluar dari *Sand Filter* dialirkan ke dalam suatu tangki penampung sementara, Selanjutnya dari tangki penampung sementara dialirkan sebagai air proses, sebagai media pendingin, demineralisasi, dan sebagian lagi digunakan untuk air keperluan umum atau air sanitasi,

## 3. Demineralisasi

Untuk umpa *boiler* dibutuhkan air murni yang memenuhi persyaratan bebas dari garam - garam murni yang terlarut, Proses demineralisasi dimaksudkan untuk menghilangkan ion - ion yang terkandung pada *filtered water* sehingga konduktivitasnya dibawah 0,3 Ohm dan kandungan silica lebih kecil dari 0,02 ppm,

Adapun tahap-tahap proses pengolahan air untuk umpan ketel adalah sebagai berikut:

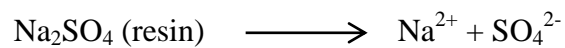
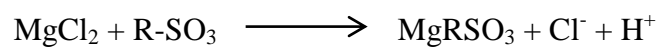
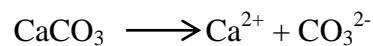
### a. *Cation Exchanger*

*Cation Exchanger* ini berisi resin pengganti kation dimana pengganti kation-kation yang dikandung di dalam air seperti Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Natrium (Na), Potassium (K), Mangan (Mn), Iron (Fe) diganti dengan ion H<sup>+</sup> sehingga air yang

akan keluar dari *cation Exchanger* adalah air yang mengandung anion dan ion H<sup>+</sup>,

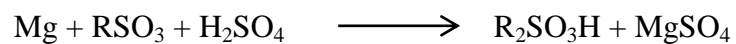
Sehingga air yang keluar dari *cation tower* adalah air yang mengandung anion dan ion H<sup>+</sup>,

Reaksi:



Dalam jangka waktu tertentu, kation resin ini akan jenuh sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan asam sulfat,

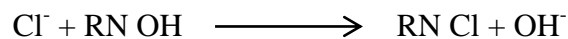
Reaksi:



b. *Anion Exchanger*

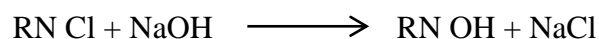
*Anion Exchanger* berfungsi untuk mengikat ion-ion negatif (anion) yang terlarut dalam air, dengan resin yang bersifat basa, sehingga anion-anion seperti  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  dan  $\text{SO}_4^{2-}$  akan membantu garam resin tersebut,

Reaksi:



Dalam waktu tertentu, anion resin ini akan jenuh, sehingga perlu diregenerasikan kembali dengan larutan NaOH,

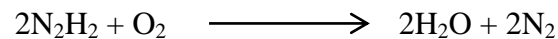
Reaksi:



c. Deaerasi

Deaerasi adalah proses pembebasan air umpan boiler dari oksigen ( $O_2$ ), Air yang telah mengalami *demineralisasi* (*polish water*) dipompakan ke dalam dearetor dan diinjeksikan oleh *hidrazin* ( $N_2H_4$ ) untuk mengikat oksigen yang terkandung dalam air sehingga dapat mencegah terbentuknya kerak (*scale*) pada *tube boiler*,

Reaksi:



Air yang keluar dari Deaerator ini dialirkan engan pompa sebagai air umpan *boiler* (*boiler feed water*),

4. *Cooling tower*

*Cooling tower* digunakan untuk mengolah air panas menjadi air dingin dengan menggunakan media pendingin berupa udara, Proses yang terjadi yaitu air dengan temperatur sekitar  $45^\circ C$  dialirkan atas menara pendingin dan dialirkan melalui distributor, Air akan mengalami evaporasi sehingga air akan dicurahkan ke bawah melalui lubang saluran (*swirl*) bersamaan dengan proses pelepasan kalor laten sehingga sebagian air akan ikut menguap ke atmosfer, Jumlah air yang mengalami evaporasi di *cooling tower* akan sama dengan flow air

make up yang masuk sehingga kesetimbangan perpindahan panas antara udara dengan air akan tetap stabil, Temperatur air yang telah berkontak dengan udara menjadi 30°C,

#### 4.5.1.3 Kebutuhan Air

Kebutuhan air pada pabrik Urea Formaldehid dengan kapasitas 35,000 ton/tahun dapat dilihat pada tabel 4.9 sampai 4.12 di bawah ini:

##### 1. Air Pembangkit Steam

Tabel 4.9 Kebutuhan air pembangkit steam

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
HE-101	923,40
HE-102	236,38
Vaporizer	2083,46
Total	3243,24

Kebutuhan dibuat overdesign 20%, sehingga kebutuhan steam adalah 3891,89 kg/jam

Blowdown = 15% x kebutuhan steam

$$\begin{aligned} \text{Blowdown} &= 15\% \times 3891,89 \text{ kg/jam} \\ &= 3891,89 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Air yang menguap = 5% x kebutuhan steam

$$\begin{aligned} \text{Air yang menguap} &= 5\% \times 3891,89 \text{ kg/jam} \\ &= 194,59 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

Make up = blowdown + air yang menguap

$$\begin{aligned} \text{Make up} &= 3891,89 \text{ kg/jam} + 194,59 \text{ kg/jam} \\ &= 778,38 \text{ kg/jam} \end{aligned}$$

## 2. Air Proses

Tabel 4.10 Kebutuhan air proses

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
Mixer	586,77
Total	586,77

Kebutuhan dibuat overdesign 20%, sehingga kebutuhan air proses adalah 704,12 kg/jam

## 3. Air Pendingin

Tabel 4.11 Kebutuhan Air Pendingin

Nama Alat	Jumlah (kg/jam)
R-01	13760,30
C-01	40286,81
C-02	38833,39
Total	9288,50

Kebutuhan dibuat overdesign 20%, sehingga kebutuhan air pendingin adalah 111456,60 kg/jam

Make up air = 1894,76 kg/jam

## 4. Air untuk Perkantoran dan Rumah Tangga

Kebutuhan air untuk 1 orang = 100 liter/hari

= 4,26 kg/jam

Tabel 4.12 Kebutuhan air perkantoran dan rumah tangga

Kebutuhan	Jumlah (kg/jam)
<i>Domestik Water</i>	3861,89
<i>Service Water</i>	1000



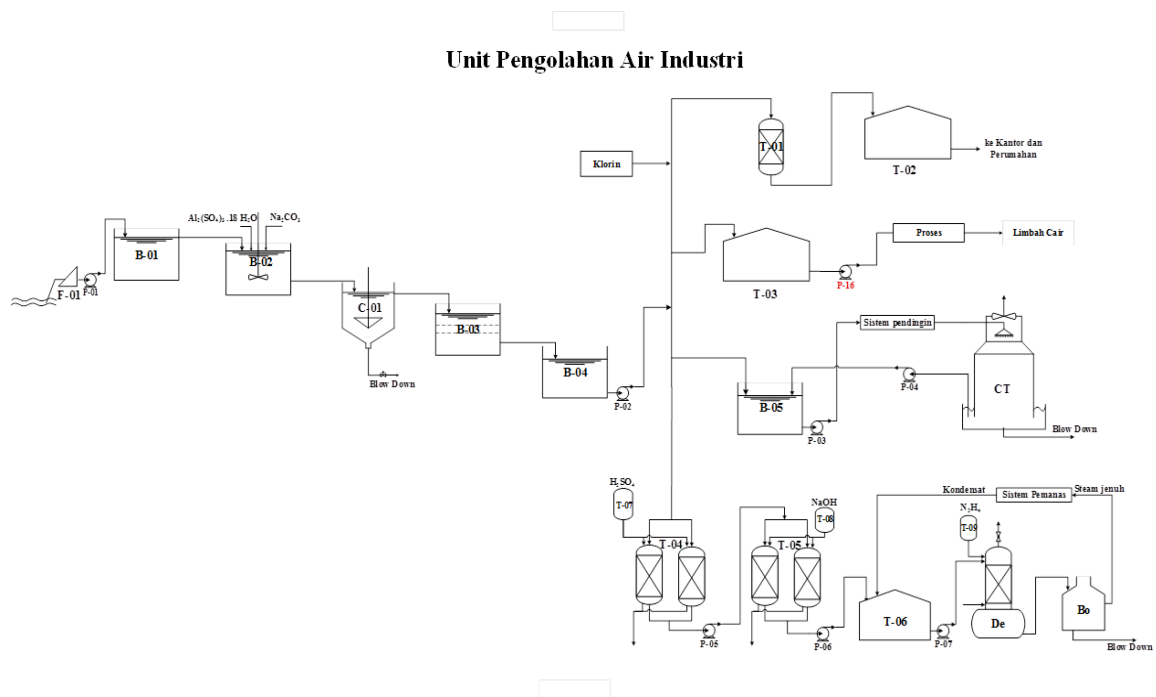
Total	4861,89
-------	---------

Kebutuhan air total

$$= (704,12 + 111456,60 + 38991,89 + 1000 + 3861,89) \text{ kg/jam}$$

$$= 120914,51 \text{ kg/jam}$$

Gambar 4.5 di bawah ini menunjukkan Diagram Utilitas pada Pabrik Urea Formaldehid Proses DB Western dengan kapasitas 35,000 ton/ tahun.



Gambar 4.5 Diagram alir utilitas



## 4.5.2 Unit Pembangkit dan Distribusi Listrik

### 4.5.2.1 Sumber Listrik

Kebutuhan listrik pada pra rancangan pabrik Urea Formaldehid dipenuhi dari dua sumber yaitu PLN dan Generator diesel, Generator juga digunakan sebagai tenaga cadangan apabila PLN mengalami gangguan, Generator yang digunakan adalah generator arus bolak-balik dengan pertimbangan:

1. Tenaga listrik yang dihasilkan cukup besar
2. Tegangan dapat dinaikkan atau diturunkan sesuai kebutuhan dengan transformer

Kebutuhan listrik pada pabrik sebagai berikut:

- Listrik untuk kebutuhan proses = 16,6463 kW
  - Listrik untuk kebutuhan utilitas = 38,9703 kW
  - Listrik untuk kebutuhan penerangan dan barang elektronik = 77 kW
  - Listrik untuk kebutuhan instrumentasi = 10,0000 kW
- Total kebutuhan listrik pada pabrik = 178,8880 kW

### 4.5.3 Unit Pembangkit Steam (*Steam Generation System*)

Pada prarancangan pabrik Urea Formaldehid ini dibutuhkan suatu peralatan guna menunjang kebutuhan steam, Unit ini bertujuan untuk mencukupi kebutuhan steam pada proses produksi, yaitu dengan menyediakan ketel uap (boiler) dengan spesifikasi:

Kapasitas : 3891,8904 kg/jam

Jenis : Fire Tube Boiler

Jumlah : 1

Boiler dilengkapi dengan sebuah unit economizer safety valve sistem dan pengaman-pengaman yang bekerja secara otomatis,

Sebelum masuk ke boiler, umpan dimasukkan dahulu ke dalam economizer, yaitu alat penukar panas yang memanfaatkan panas dari gas sisa pembakaran minyak residu yang keluar dari boiler, Di dalam alat ini air dinaikkan temperaturnya hingga 150°C, kemudian diumpankan ke boiler,

Di dalam boiler, api yang keluar dari alat pembakaran (burner) berfungsi untuk memanaskan lorong api dan pipa-pipa api, Gas sisa pembakaran ini masuk ke economizer sebelum dibuang melalui cerobong asap, sehingga air di dalam boiler menyerap panas dari dinding-dinding dan pipa-pipa api maka air menjadi mendidih, Uap air yang terkumpul sampai mencapai tekanan 6 bar, kemudian dialirkan ke steam header untuk didistribusikan ke area-area proses,

#### **4.5.4 Unit Penyedia Udara Instrument**

Proses yang terjadi pada unit penyedia udara instrument pada dasarnya yaitu untuk mengurangi berat jenis udara dari kandungan kondensat sebelum masuk ke unit instrument udara. Udara tekan diperlukan untuk pemakaian alat pneumatic control, Total kebutuhan udara tekan diperkirakan 61,681 m<sup>3</sup>/jam dengan tekanan 6 atm.

#### 4.5.5 Unit Penyedia Bahan Bakar

Unit ini bertujuan untuk menyediakan bahan bakar yang digunakan pada boiler dan generator, Bahan bakar yang dipakai pada boiler adalah *Marine fuel oil* dengan kapasitas 364,9039 m<sup>3</sup>/jam dan bahan bakar pada generator adalah *Marine diesel fuel* dengan kapasitas 29,4002 m<sup>3</sup>/jam

#### 4.5.6 Spesifikasi Alat-alat Utilitas

##### 4.5.6.1 Penyediaan Air

###### 1. Screener

Kode	: FU-01
Fungsi	:Menyaring kotoran-kotoran yang berukuran besar, seperti daun, ranting, dan sampah-sampah lainnya,
Bahan	: Alumunium
Panjang	: 10 ft
Lebar	: 8 ft
Ukuran lubang	: 1 cm

###### 2. Bak Pengendap Awal/Sedimentasi

Kode	: BU-01
Fungsi	: Mengendapkan kotoran dan lumpur yang terbawa oleh air sungai
Jenis	: Bak persegi terbuka
Kapasitas	: 1016,2699 m <sup>3</sup> /jam

Dimensi : Panjang : 12,6672 m  
Lebar : 12,6672 m  
Tinggi : 6,336 m  
Jumlah : 1

### 3. Bak Penggumpal

Kode : BU-02  
Fungsi :Menggumpalkan kotoran yang tidak mengendap di bak pengendap awal dengan menambahkan alum dan soda kausik  
Jenis : Silinder Vertikal  
Kapasitas : 160,7728 m<sup>3</sup>  
Dimensi : Diameter : 5,8945 m  
Tinggi: 5,8945 m  
Pengaduk : Marine Propeller  
Diamater : 1,9648 m  
Power : 2 Hp  
Jumlah : 1

### 4. Tangki Larutan Alum

Kode : TU-01  
Fungsi :Menyiapkan dan menyimpan larutan alum untuk diinjeksikan ke dalam bak penggumpal  
Jenis : Silinder Vertikal  
Kapasitas : 2,2842 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 1,3768 m

Tinggi : 1,3768 m

Jumlah : 1

#### 5. Clarifier

Kode : CLU

Fungsi : Mengendapkan gumpalan-gumpalan yang terbentuk di bak penggumpal

Jenis : *External Solid Recirculation Clarifier*

Kapaitas : 160,7728 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 5,8945 m

Tinggi : 5,8945 m

Jumlah : 1

#### 6. Sand Filter

Kode : FU-02

Fungsi : Menyaring kotoran-kotoran yang terbawa air

Jenis : Bak persegi terbuka dengan saringan pasir

Kapasitas : 17.0940 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi : Panjang : 3,2456 m

Lebar : 3,2456 m

Tinggi : 1,6228 m

Jumlah : 1

#### 7. Bak Penampung Sementara

Kode : BU-03

Fungsi	: Menampung sementara raw <i>water</i> setelah disaring di <i>Sand Filter</i>
Jenis	: Bak persegi terbuka dengan rangka beton
Kapasitas	: 145,0974 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Panjang : 6,6206 m
	Lebar : 6,6206 m
	Tinggi : 3,3103 m
Jumlah	: 1

#### 4.5.6.2 Pengolahan Air Sanitasi

##### 1. Tangki Klorinasi

Kode	: TU-02
Fungsi	: Mencampur klorin dalam bentuk kaporit ke dalam air untuk kebutuhan sanitasi
Jenis	: Tangki silinder berpengaduk
Kapasitas	: 4,6343 m <sup>3</sup>
Dimensi	: Diameter : 1,8073 m
	Tinggi : 1,8073 m
Pengaduk	: <i>Marine Propeller</i>
Diamater	: 1,1034 m
Power	: 1 Hp
Jumlah	: 1

##### 2. Tangki Klorin

Kode	: TU-03
------	---------



Fungsi : Menampung klorin untuk diinjeksi ke tangki klorinasi

Jenis : Tangki silinder vertikal

Kapasitas : 0,2047 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 0,4772 m

Tinggi: 0,9554 m

Jumlah : 1

### 3. Tangki Air Bersih

Kode : TU-04

Fungsi : Menampung air untuk keperluan kantor dan rumah tangga

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 111,2226 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 5,2132 m

Tinggi : 5,2132 m

Jumlah : 1

#### 4.5.6.3 Penyedia Air Proses

##### 1. Tangki Penampungan Sementara Air Proses

Kode : TU-05

Fungsi : Menampung sementara air untuk diumpankan ke *Mixer*

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 20,2787m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 2,9561 m  
 Tinggi: 2,9561 m  
 Jumlah : 1

#### 4.5.6.4 Pengolahan Air Pendingin

##### 1. *Cooling tower*

Kode : CT  
 Fungsi : Mendinginkan air pendingin yang telah digunakan oleh peralatan proses dengan menggunakan media pendingin udara  
 Jenis : *Inducted Draft Cooling tower*  
 Kapasitas : 111,4566 m<sup>3</sup>/jam  
 Dimensi : Panjang : 13,7293 m  
 Lebar : 4,1847 m  
 Tinggi : 4,1847 m  
 Tenaga motor : 10 Hp  
 Jumlah : 1

#### 4.5.6.5 Pengolahan Air Panas

##### 1. *Kartion Exchanger*

Kode : KEU  
 Fungsi : Menghilangkan kesdahan air yang disebabkan oleh kation-kation seperti Ca dan Mg  
 Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 3,8919 m<sup>3</sup>/jam  
Dimensi : Diameter : 0,6369 m  
Tinggi: 1,2192 m  
Tebal tangki : 0,1875 in  
Jumlah : 2

2. *Anion Exchanger*

Kode : AEU  
Fungsi : Menghilangkan kesadahan air yang disebabkan oleh anion seperti Cl, SO<sub>4</sub> dan NO<sub>3</sub>  
Jenis : Tangki silinder tegak  
Kapasitas : 3,8919 m<sup>3</sup>/jam  
Dimensi :Tebal : 0,1875 m  
Tinggi: 1,2192 m  
Jumlah : 2

3. Tangki Asam Sulfat H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Kode : TU-07  
Fungsi : Menampung dan menyimpan larutan asam sulfat yang akan digunakan untuk meregenerasi kation *exchanger*  
Jenis : Tangki silinder tegak  
Kapasitas : 2,5194 m<sup>3</sup>/jam

Dimensi : Diameter : 1,4751 m  
Tinggi: 1,4751 m

Jumlah : 1

#### 4. Tangki NaOH

Kode : TU-08

Fungsi : Menampung dan menyimpan larutan NaOH yang digunakan untuk meregenerasi anion *exchanger* dan diinjeksikan ke bak penggumpal

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 1,5732 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 1,2608 m  
Tinggi: 1,2608 m

Jumlah : 2

#### 5. Tangki Umpan Boiler

Kode : TU-09

Fungsi : Mencampur kondensat sirkulasi dan make up air umpan boiler sebagai dibangkitkan sebagai steam

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 4,106 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 1,7407 m

Tinggi: 1,7407 m

Jumlah : 1

#### 6. Deaerator

Kode : DE

Fungsi : Menghilangkan gas CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang terikat dalam *feed water* yang dapat menyebabkan kerak pada boiler

Jenis : Tangki silinder tegak

Dimensi : Diameter : 1,8120 m

Tinggi: 1,8120 m

Jumlah : 1

#### 7. Tangki N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

Kode : TU-10

Fungsi : Menyiapkan dan menyimpan larutan N<sub>2</sub>H<sub>4</sub>

Jenis : Tangki silinder tegak

Kapasitas : 4,7472 m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 1,8219 m

Tinggi : 1,8219 m

Jumlah : 1

### 4.5.6.6 Pengolahan Steam

#### 1. Boiler

Kode : BLU

Fungsi : Menguapkan lewat jenuh keluar pompa dan memanaskannya sehingga terbentuk saturated steam

Jenis : Fire tube boiler

Kebutuhan steam: 3891,8904 kg/jam

Jumlah : 1

## 2. Tangki Bahan Bakar Generator

Kode : TU-11

Fungsi : Menyimpan bahan bakar yang digunakan untuk menggerakkan generator

Jenis : Tangki silinder tegak

Volume : 31527,6977m<sup>3</sup>

Dimensi : Diameter : 3,5641 m  
Tinggi: 3,5641 m

Jumlah : 1

### 4.5.6.7 Pompa Utilitas

#### 1. Pompa 1

Kode : PU-01

Fungsi : Mengalirkan air sungai ke bak pengendap awal

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 692,3643 gpm

Ukuran pipa : ID : 10,020 in  
 SCH : 40  
 IPS : 10 in

Daya pompa : 2,4130 Hp

Motor penggerak : 3 Hp

Jumlah : 1

## 2. Pompa 2

Kode : PU-02

Fungsi : Mengalirkan air keluaran Bak  
 Sedimentasi menuju Bak  
 Penggumpal

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 692,3643 gpm

Ukuran pipa : ID : 10,020 in  
 SCH : 40  
 IPS : 10 in

Daya pompa : 2,4130 Hp

Motor penggerak : 3 Hp

Jumlah : 1

## 3. Pompa 3

Kode : PU-03

Fungsi : Mengalirkan air keluaran Bak  
           Penggumpal menuju *Clarifier*  
 Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 692,3643 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 10,020 in  
                   SCH : 40  
                   IPS : 10 in  
 Daya pompa : 2,4130 Hp  
 Motor penggerak : 3 Hp  
 Jumlah : 1

#### 4. Pompa 4

Kode : PU-04  
 Fungsi : Mengalirkan air keluaran *Clarifier*  
           ke *Sand Filter*  
 Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 657,7461 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 10,020 in  
                   SCH : 40  
                   IPS : 10 in  
 Daya pompa : 2,3541 Hp  
 Motor penggerak : 3 Hp  
 Jumlah : 1



## 5. Pompa 5

Kode	: PU-05
Fungsi	: Mengalirkan air keluaran <i>Sand Filter</i> ke Bak Penampung Sementara
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 657,7461 gpm
Ukuran pipa	: ID : 0,6651in SCH : 40 IPS : 8 in
Daya pompa	: 2,4899 Hp
Motor penggerak	: 5 Hp
Jumlah	: 1

## 6. Pompa 6

Kode	: PU-06
Fungsi	: Mengalirkan air Bak Penampung Sementara menuju Tangki Air Proses
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 624,8588 gpm
Ukuran pipa	: ID : 7,981in SCH : 40

- IPS : 8 in
- Daya pompa : 2,3238 Hp
- Motor penggerak : 3 Hp
- Jumlah : 1
7. Pompa 7
- Kode : PU-07
- Fungsi : Mengalirkan air dari Bak Penampung Sementara menuju Tangki Kloro
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 575,9825 gpm
- Ukuran pipa : ID : 7,981 in  
SCH : 40  
IPS : 8 in
- Daya pompa : 2,0888 Hp
- Motor penggerak : 3 Hp
- Jumlah : 1
8. Pompa 8
- Kode : PU-08
- Fungsi : Mengalirkan air dari bak air pendingin ke bak *cooling tower*
- Jenis : *Centrifugal Pump*
- Kapasitas : 575,9825 gpm

Ukuran pipa : ID : 7,981 in  
 SCH : 40  
 IPS : 8 in

Daya pompa : 2,0888 Hp

Motor penggerak : 3 Hp

Jumlah : 1

#### 9. Pompa 9

Kode : PU-09

Fungsi : Mengalirkan air dari *cooling tower*  
 menuju unit peralatan

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 575,9825 gpm

Ukuran pipa : ID : 7,981 in  
 SCH : 40  
 IPS : 8 in

Daya pompa : 2,0888 Hp

Motor penggerak : 3 Hp

Jumlah : 1

#### 10. Pompa 10

Kode : PU-10

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air bersih  
 menuju tangki klorinasi

Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 19,9574 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 2,067 in  
                   SCH : 40  
                   IPS : 2 in  
 Daya pompa : 0,3862 Hp  
 Motor penggerak : 0,5 Hp  
 Jumlah : 1

#### 11. Pompa 11

Kode : PU-11  
 Fungsi : Mengalirkan air dari tangki klorinasi  
                   menuju tangki air bersih  
 Jenis : *Centrifugal Pump*  
 Kapasitas : 19,9574 gpm  
 Ukuran pipa : ID : 2,067 in  
                   SCH : 40  
                   IPS : 2 in  
 Daya pompa : 0,3862 Hp  
 Motor penggerak : 0,5 Hp  
 Jumlah : 1

#### 12. Pompa 12

Kode : PU-12

Fungsi : Mengalirkan air dari tangki air bersih menuju area kebutuhan

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 19,9574 gpm

Ukuran pipa : ID : 2,067in

SCH : 40

IPS : 2 in

Daya pompa : 0,3862 Hp

Motor penggerak : 0,5 Hp

Jumlah : 1

### 13. Pompa 13

Kode : PU-13

Fungsi : Mengalirkan air dari bak air bersih pendingin menuju tangki *service water*

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 5,1678 gpm

Ukuran pipa : ID : 1,049 in

SCH : 40

IPS : 1 in

Daya pompa : 0,1653 Hp

Motor penggerak : 0,25 Hp

Jumlah : 1

## 14. Pompa 14

Kode	: PU-14
Fungsi	: Mengalirkan air dari Tangki <i>service water</i> pendingin menuju area kebutuhan <i>service water</i>
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 5,1678 gpm
Ukuran pipa	: ID : 1,049 in SCH : 40 IPS : 1 in
Daya pompa	: 0,1653 Hp
Motor penggerak	: 0,25 Hp
Jumlah	: 1

## 15. Pompa 15

Kode	: PU-15
Fungsi	: Mengalirkan air dari bak air bersih ke Tangki kation <i>Exchanger</i>
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 20,1124 gpm
Ukuran pipa	: ID : 2,067 in SCH : 40 IPS : 1,50 in
Daya pompa	: 0,5849 Hp

Motor penggerak : 0,75 Hp

Jumlah : 1

#### 16. Pompa 16

Kode : PU-16

Fungsi : Mengalirkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dari TU-07 ke Tangki Kation *Exchanger* (TU-04)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 0,4716 gpm

Ukuran pipa : ID : 1,610in

SCH : 40

IPS : 1,50 in

Daya pompa : 0,00613 Hp

Motor penggerak : 0,05 Hp

Jumlah : 1

#### 17. Pompa 17

Kode : PU-17

Fungsi : Mengalirkan air dari Tangki kation *Exchanger* (TU-04) ke Tangki Anion *Exchanger* (TU-05)

Jenis : *Centrifugal Pump*

Kapasitas : 20,1124 gpm

Ukuran pipa : ID : 2,067 in

	SCH	: 40
	IPS	: 2 in
Daya pompa		: 0,5859 Hp
Motor penggerak		: 0,75 Hp
Jumlah		: 1
18. Pompa 18		
Kode		: PU-18
Fungsi		: Mengalirkan NaOH dari TU-08 ke Tangki Anion <i>Exchanger</i> (TU-05)
Jenis		: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas		: 0,0386 gpm
Ukuran pipa	ID	: 1,610 in
	SCH	: 40
	IPS	: 1,50 in
Daya pompa		: 0,00409 Hp
Motor penggerak		: 0,083 Hp
Jumlah		: 1
19. Pompa 19		
Kode		: PU-19
Fungsi		: Mengalirkan air dari tangki anion <i>Exchanger</i> (TU-05) ke tangki Deaerator (De-01)
Jenis		: <i>Centrifugal Pump</i>



Kapasitas : 20,1124 gpm  
Ukuran pipa : ID : 2,067 in  
SCH : 40  
IPS : 2 in  
Daya pompa : 0,5849 Hp  
Motor penggerak : 0,75 Hp  
Jumlah : 1

#### 20. Pompa 20

Kode : PU-20  
Fungsi : Mengalirkan N2H4 dari TU-09 ke  
Daereator  
Jenis : *Centrifugal Pump*  
Kapasitas : 0,0006 gpm  
Ukuran pipa : ID : 0,269 in  
SCH : 40  
IPS : 0,13 in  
Daya pompa : 0,0000307 Hp  
Motor penggerak : 0,05 Hp  
Jumlah : 1

#### 21. Pompa 21

Kode : PU-21

Fungsi	: Mengalirkan air dari tangki Deaerator (De-01) menuju Boiler (BO-01)
Jenis	: <i>Centrifugal Pump</i>
Kapasitas	: 20,1124 gpm
Ukuran pipa	: ID : 2,067 in SCH : 40 IPS : 2 in
Daya pompa	: 0,5849 Hp
Motor penggerak	: 0,75 Hp
Jumlah	: 1

## 4.6 Organisasi Perusahaan

### 4.6.1 Bentuk Organisasi Perusahaan

Ditinjau dari badan hukum, bentuk perusahaan dapat dibedakan menjadi empat bagian, yaitu:

1. Perusahaan perseorangan, modal hanya dimiliki oleh satu orang yang bertanggungjawab penuh terhadap keberhasilan perusahaan,
2. Persekutuan firma, modal dapat dikumpulkan dari dua orang bahkan lebih, tanggungjawab perusahaan didasari dengan perjanjian yang pendiriannya berdasarkan dengan akte notaris,
3. Persekutuan Komanditer (*Commanditaire Venootshaps*) yang biasa disingkat dengan CV terdiri dari dua orang atau lebih yang masing-

masingnya memiliki peran sebagai sekutu aktif (orang yang menjalankan perusahaan) dan sekutu pasif (orang yang hanya memasukkan modalnya dan bertanggungjawab sebatas dengan modal yang dimasukan saja),

4. Peseroan Terbatas (PT), modal diperoleh dari penjualan saham untuk mendirikan perusahaan, pemegang saham bertanggungjawab sebesar modal yang dimiliki,

Dengan pertimbangan diatas, Bentuk perusahaan yang direncanakan pada prarancangan pabrik Urea Formaldehid ini adalah

- ❖ Bentuk Perusahaan : Perseroan Terbatas (PT)
- ❖ Lapangan Usaha : Industri Urea Formaldehid
- ❖ Lokasi Perusahaan : Bontang, Kalimantan Timur

Alasan dipilihnya bentuk perusahaan ini adalah didasarkan atas beberapa faktor, sebagai berikut :

1. Kemudahan mendapatkan modal. Penjualan saham merupakan sumber pendapatan modal yang besar dan mudah dilaksanakan. Modal dibagi dalam saham-saham, sehingga memungkinkan ikut sertanya orang yang ingin memasukkan modal dalam jumlah kecil dan tidak menghalangi pemasukan modal berjumlah besar, sehingga mudah bergerak di pasar modal dan efektif dalam pengumpulan modal dengan jalan menjual saham.
2. Wewenang dan tanggung jawab pemegang saham terbatas, sehingga kelancaran produksi hanya dipegang oleh pimpinan perusahaan.

3. Pemilik dan pengurus perusahaan terpisah satu sama lain, pemilik perusahaan adalah para pemegang saham dan pengurus perusahaan adalah manajer beserta stafnya yang diawasi oleh Dewan Komisaris.
4. Kelangsungan hidup perusahaan lebih terjamin, karena tidak terpengaruh dengan pergantian pemegang saham, manajer beserta stafnya dan karyawan perusahaan.
5. Efektivitas manajemen. Para pemegang saham dapat memilih orang yang ahli sebagai Dewan Komisaris dan manajer yang cakap dan berpengalaman.

Ciri-ciri Perseroan Terbatas (PT) adalah:

1. Perusahaan didirikan dengan akta notaris berdasarkan kitab undang-undang hukum dagang,
2. Pemilik perusahaan adalah pemilik pemegang saham,
3. Biasanya modal ditentukan dalam akta pendirian dan terdiri dari saham-saham,
4. Perusahaan dipimpin oleh direksi yang dipilih oleh para pemegang saham,
5. Pembinaan personalia sepenuhnya diserahkan kepada direksi dengan memperhatikan undang-undang pemburuhan,

#### **4.6.2 Struktur Organisasi Perusahaan**

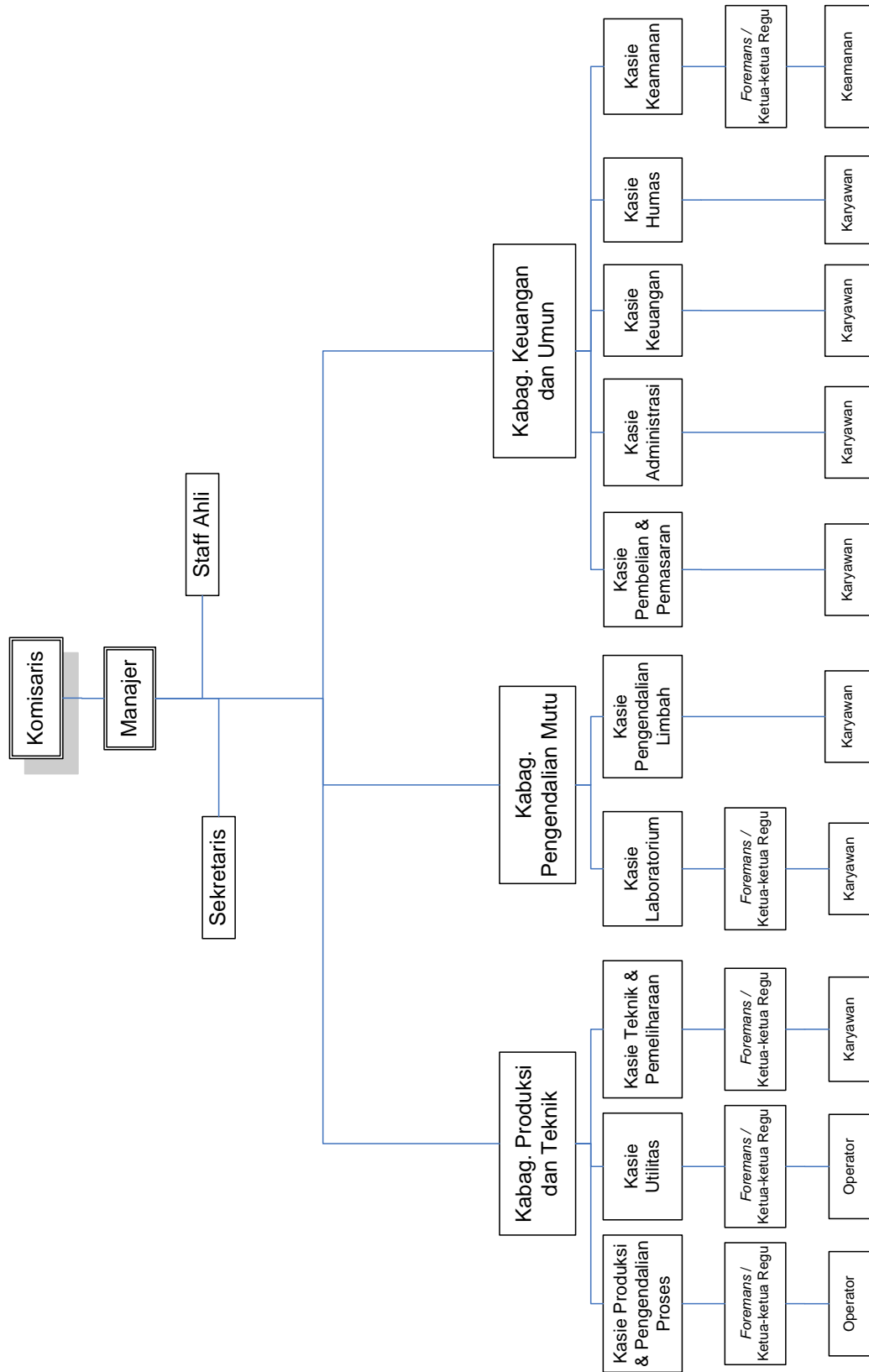
Struktur organisasi yang digunakan pada prarancangan pabrik Urea Formaldehid ini adalah sistem *line and staff*. Pada sistem ini, garis kekuasaan

lebih sederhana dan praktis. Demikian pula kebalikan dalam pembagian tugas kerja seperti yang terdapat dalam sistem organisasi fungsional. Sehingga seorang karyawan hanya akan bertanggung jawab kepada seorang atasan saja. Sedangkan untuk mencapai kelancaran produksi maka perlu dibentuk Staf Ahli yang terdiri atas orang-orang yang ahli dalam bidangnya. Staf Ahli memberi bantuan pemikiran dan nasehat kepada tingkat pengawas, demi tercapainya tujuan perusahaan.

Ada 2 kelompok orang-orang yang berpengaruh dalam menjalankan organisasi garis dan staf ini, yaitu :

- a. Sebagai garis atau *line* yaitu orang-orang yang melaksanakan tugas pokok organisasi dalam rangka mencapai tujuan.
- b. Sebagai staf yaitu orang-orang yang melakukan tugasnya dengan keahlian yang dimilikinya, dalam hal ini berfungsi untuk memberikan saran-saran kepada unit operasional.

Pemegang saham sebagai pemilik perusahaan dalam melaksanakan tugas sehari-harinya diwakili oleh dewan komisaris, sedangkan tugas untuk menjalankan perusahaan dilaksanakan oleh manajer perusahaan beserta bawahannya. Berikut Bagan dan struktur organisasi dapat dilihat pada gambar 4.6



Gambar 4.6 Struktur Organisasi

### **4.6.3 Tugas dan Wewenang**

#### **4.6.3.1 Pemegang Saham**

Pemegang saham adalah orang yang memberikan modal untuk kepentingan pendirian dan berjalannya operasi perusahaan tersebut dengan cara membeli saham perusahaan. Sehingga bisa dikatakan, para pemilik saham adalah pemilik perusahaan. Kekuasaan tertinggi pada perusahaan yang mempunyai bentuk Perseroan Terbatas adalah rapat umum pemegang saham.

Tugas dan wewenang pemegang saham meliputi :

1. Mengesahkan hasil-hasil usaha serta neraca perhitungan untung rugi tahunan perusahaan. Mengangkat dan memberhentikan manager.
2. Mengangkat dan memberhentikan dewan komisaris dan manajer.
3. Mengadakan rapat umum sedikitnya setahun sekali.

#### **4.6.3.2 Dewan Komisaris**

Dewan Komisaris merupakan pelaksana tugas sehari-hari daripada pemilik saham, sehingga dewan komisaris akan bertanggungjawab terhadap pemilik saham, Tugas-tugas Dewan Komisaris, yaitu:

1. Menilai dan menyetujui rencana direksi tentang kebijakan umum, target perusahaan, alokasi sumber-sumber dana dan pengarah pemasaran.
2. Mengawasi tugas-tugas manager.
3. Membantu manager dalam tugas-tugas penting.

#### **4.6.3.3 Manajer**

Manajer merupakan pimpinan tertinggi dalam perusahaan ini dan bertanggung jawab sepenuhnya terhadap maju mundurnya perusahaan kepada dewan komisaris. Tugas manajer antara lain melaksanakan kebijaksanaan perusahaan dan mempertanggungjawabkan pekerjaannya kepada pemegang saham pada akhir masa jabatannya, menjaga kestabilan organisasi perusahaan dan membuat kontinuitas hubungan yang baik antara pemilik saham, pimpinan, konsumen dan karyawan, mengangkat dan memberhentikan kepala bagian dengan persetujuan rapat pemegang saham, dan mengkoordinir kerja sama antara kepala bagian produksi dan teknik dan kepala bagian keuangan dan umum.

#### **4.6.3.4 Staf Ahli**

Staf Ahli terdiri dari tenaga ahli yang bertugas membantu direksi dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan



dengan teknik maupun administrasi, Staf ahli bertanggungjawab kepada Manager Utama sesuai dengan bidang keahliannya masing-masing,

Tugas dan Wewenang Staf Ahli adalah:

1. Memberikan bantuan pikiran dan saran dalam perencanaan pengembangan perusahaan,
2. Memperbaiki proses pabrik atau perencanaan alat dan pengembangan produksi,
3. Mempertinggi efisiensi kerja,

#### **4.6.3.5 Kepala Bagian**

Kepala bagian merupakan pimpinan dari kepala seksi dan bertanggung jawab kepada manajer. Ada tiga kepala bagian yaitu kepala bagian produksi dan teknik, kepala bagian *Quality Insurance*, kepala bagian keuangan dan umum.

Tugas kepala bagian produksi dan teknik antara lain bertanggung jawab dalam bidang kelancaran produksi dan perawatan pabrik, mengkoordinasi dan mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala seksi yang menjadi bawahannya.

Tugas kepala bagian *Quality Insurance* antara lain bertanggung jawab terhadap kualitas dari bahan baku yang akan diolah dan juga produk yang siap untuk dipasarkan.

Tugas kepala bagian keuangan dan umum antara lain bertanggung jawab dalam kelancaran sirkulasi pembelian bahan

baku, bahan penunjang seperti katalis dan pendukung proses lainnya serta pemasaran produk, bidang keuangan dan umum, mengkoordinasi dan mengatur serta mengawasi pelaksanaan pekerjaan kepala seksi yang menjadi bawahannya.

#### **4.6.3.6 Staf Ahli**

Staf ahli terdiri dari tenaga-tenaga ahli yang bertugas membantu manajer dalam menjalankan tugasnya baik yang berhubungan dengan teknik maupun administrasi. Tugas dan wewenang staf ahli antara lain memberikan nasehat dan saran dalam perencanaan dan pengembangan perusahaan, mengadakan evaluasi bidang teknik dan ekonomi perusahaan memberikan saran-saran dalam bidang hukum.

#### **4.6.3.7 Kepala Seksi**

Kepala Seksi adalah pelaksanan pekerjaan dalam lingkungan bidangnya sesuai dengan rencana yang telah diatur oleh kepala bagian masing-masing diperoleh hasil yang maksimum dan efektif selama berlangsungnya proses produksi, Setiap kepala seksi bertanggungjawab terhadap kepala bagiannya masing-masing sesuai dengan seksinya,

#### **4.6.3.8 Status Karyawan**

Sistem upah karyawan dibat berbeda-beda tergantung pada status karyawan, kedudukan, tanggungjawab dan keahlian,

Menurut stats karyawan ini dapat dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

1. Karyawan Tetap

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan dengan Surat Keputusan (SK) Direksi dan mendapat gaji bulanan sesuai dengan kedudukan, keahlian dan masa kerja,

2. Karyawan Harian

Karyawan yang diangkat dan diberhentikan tanpa Surat Keputusan Direksi dan mendapat upah harian yang dibayar tiap akhir pekan,

3. Karyawan Borongan

Karyawan yang digunakan oleh pabrik/perusahaan bila diperlukan saja, Karyawan ini menerima upah borongan untuk suatu pekerjaan,

#### **4.6.4 Jabatan dan Keahlian**

Masing-masing jabatan dalam struktur organisasi diisi oleh orang-orang dengan spesifikasi pendidikan yang sesuai dengan jabatan dan tanggungjawab, Jenjang pendidikan karyawan yang diperlukan berkisar dari Sarjan S-1 sampai lulusan SMP, dibawah ini merupakan rincian Jabatan dan keahlian karyawan yang ada di Pabrik Urea Formaldehid dengan kapasitas 35.000 ton /tahun sebagai berikut:

- |              |                         |
|--------------|-------------------------|
| 1. Komisaris | : Sarjana semua jurusan |
| 2. Manajer   | : Sarjana semua jurusan |

3. Kabag. Produksi dan Teknik : Sarjana Teknik  
Kimia/Mesin/Elektro
4. Kabag. *Quality Insurance* : Sarjana Teknik  
Kimia/Kimia Analisa
5. Kabag Keuangan dan Umum : Sarjana Ekonomi/FISIP/Hukum
6. Staf Ahli : Sarjana Teknik  
Kimia/Mesin/Elektro
7. Kepala Seksi Produksi : Sarjana Teknik Kimia  
dan Pengendalian Proses
8. Kepala Seksi Teknik : Sarjana Teknik Mesin/Elektro  
dan Pemeliharaan Peralatan
9. Kepala Seksi Utilitas dan Penyediaan Tenaga : Sarjana Teknik  
Kimia
10. Kepala seksi Laboratorium : Sarjana/Diploma III Teknik  
Kimia
12. Kepala Seksi Pengendalian Limbah : Sarjana Teknik Kimia
13. Kepala Seksi Pembelian & Pemasaran : Sarjana/Diploma III  
Ekonomi
14. Kepala Seksi Keuangan : Sarjana Ekonomi
15. Kepala Seksi Administrasi : Sarjana/Diploma III

## Kesekretariat

- |     |                                 |                                       |
|-----|---------------------------------|---------------------------------------|
| 16. | Kepala seksi Personalia & Humas | : Sarjana/Diploma III FISIP/<br>Hukum |
| 17. | Kepala seksi Keamanan           | : Satuan Pengamanan                   |
| 18. | <i>Foreman</i>                  | : Diploma III                         |
| 19. | Operator dan karyawan           | : SMK / SMU                           |
| 20. | Sekretaris                      | : Akademi Sekretaris                  |
| 21. | Medis                           | : Dokter                              |
| 22. | Paramedis                       | : Akademi Keperawatan / D 3           |
| 23. | Sopir, <i>cleaning service</i>  | : SD / SMP / SMU                      |

**4.6.5 Jumlah Karyawan**

Jumlah karyawan harus disesuaikan secara tepat sehingga semua pekerjaan yang ada dapat diselesaikan dengan baik dan efisien, Penentuan jumlah karyawan dapat dilakukan dengan melihat jenis proses ataupun jumlah unit proses yang ada, Penentuan jumlah karyawan proses dapat dilihat pada Tabel 4.13 sebagai berikut:

Tabel 4.13 Rincian Jumlah Karyawan

NO	JABATAN	$\Sigma$ Orang/Shift	Jumlah Total
1	Komisaris	-	1
2	Manajer	-	1
3	Staf ahli	-	2
4	Kepala Bagian Produksi dan Teknik	-	1
5	Kepala Bagian Keuangan & Umum	-	1
6	Kepala Bagian <i>Quality Insurance</i>	-	1
7	Kepala Seksi Produksi& Pengend. Proses	-	1
8	Kepala Seksi Utilitas& Penyediaan Tenaga	-	1
9	Kep. Seksi Teknik & Pemeliharaan Peralatan	-	1
10	Kepala Seksi Laboratorium	-	1
11	Kepala Seksi Pengendalian Limbah	-	1
12	Kepala Seksi Pembelian dan Pemasaran	-	1
13	Kepala Seksi Administrasi	-	1

14	Kepala Seksi Keuangan	-	1
15	Kepala Seksi Personalia & Humas	-	1
16	Kepala Seksi Keamanan	-	1
17	<i>Foreman</i> Proses	1	4
18	Operator Proses	4	16
19	<i>Foreman</i> Teknik	1	4
20	Operator Teknik	2	8
21	Karyawan Pembelian dan Pemasaran	-	2
22	Karyawan Administrasi	-	2
23	Karyawan Keuangan	-	2
24	Karyawan Personalia	-	2
25	Karyawan Humas	-	2
26	<i>Foreman</i> Utilitas	1	4
27	Operator Utilitas	3	12
28	<i>Foreman</i> Pengendalian Bagian Laboratorium	1	4
29	Karyawan Laboratorium <i>Shift (Quality)</i>	2	8

30	<i>Foreman</i> Keamanan	1	4
31	Karyawan Unit Keamanan	2	8
32	Sekretaris	-	1
33	Medis	-	1
34	Paramedis	-	2
35	Sopir	-	2
36	<i>Cleaning service</i>	-	10
		<b>TOTAL</b>	117

#### 4.6.6 Pembagian Jam Kerja Karyawan

Pabrik ini direncanakan beroperasi 330 hari dalam satu tahun dan 24 jam perhari, Sisa hari yang bukan libur digunakan untuk perbaikan atau perawatan dan *shut down*, Sedangkan pembagian jam kerja karyawan digolongkan dalam dua golongan, yaitu:

##### 1.6.6.1 Karyawan Non Shift

Karyawan *non shift* adalah para karyawan yang tidak menangani proses secara langsung, Yang termasuk karyawan ini adalah Manager, Staf ahli, Kepala Bidang, Kepala Seksi, serta bawahan yang berada dikantor, Karyawan harian dalam satu



minggu bekerja selama 5 hari dengan pembagian kerja sebagai berikut:

Jam Kerja : Senin - Jumat pukul 07.00 – 16.00

Jam Istirahat : Senin - Kamis pukul 12.00 – 13.00

Jumat pukul 11.30 – 13.30

#### **1.6.6.2 Karyawan Shift**

Karyawan Shift adalah karyawan yang langsung menangani proses produksi atau mengatur bagian-bagian tertentu dari pabrik yang mempunyai hubungan dengan masalah keamanan dan kelancaran produksi, sebagian dari bagian teknik, bagian gudang, dan bagian-bagian yang lainnya serta harus siaga untuk keselamatan dan keamanan pabrik, Para karyawan shift akan bekerja secara bergantian sehari semalam, Karyawan shift dibagi dalam 3 shift dengan pengaturan sebagai berikut:

Shift Pagi : Pukul 07.00 – 16.00

Shift Siang : Pukul 15.00 – 23.00

Shift Malam : Pukul 23.00 – 07.00

Untuk karyawan shift ini, dibagi menjadi 4 regu, dimana 3 regu bekerja dan 1 regu istirahat dan dilakukan secara bergantian, Tiap regu mendapat giliran tiga hari kerja dan satu hari libur, tiap shift dan masuk lagi untuk shift berikutnya, Untuk hari libur atau hari besar yang ditetapkan pemerintah regu yang masuk tetap

masuk, Jadwal kerja masing-masing regu dapat dilihat pada tabel

4.14 sebagai berikut:

Tabel 4.14 Jadwal kerja masing-masing regu

Regu Hari	I	II	III	IV
1	P	S	M	L
2	P	S	L	M
3	P	L	S	M
4	L	P	S	M
5	M	P	S	L
6	M	P	L	S
7	M	L	P	S
8	L	M	P	S
9	S	M	P	L
10	S	M	L	P

Keterangan:

P = Pagi

M = Malam

S = Siang

L = Libur

## **4.6.7 Ketenagakerjaan**

### **1.6.7.1 Cuti Tahunan**

Karyawan mempunyai hak cuti tahunan selama 12 hari setiap tahun, Bila dalam waktu 1 tahun hak cuti tersebut tidak dipergunakan maka hak tersebut akan hilang untuk tahun itu,

### **1.6.7.2 Hari Libur Nasional**

Bagi karyawan harian (non shift), hari libur Nasional tidak masuk kerja, Sedangkan bagi karyawan shift, hari libur nasional tetap masuk kerja dengan catatan hari itu diperhitungkan sebagai kerja lembur (*overtime*),

### **1.6.7.3 Kerja Lembur (Overtime)**

Kerja lembur dapat dilakukan apabila ada keperluan yang mendesak dan atas persetujuan kepala bagian,

### **1.6.7.4 Sistem Gaji Karyawan**

Gaji Karyawan dibayarkan setiap bulan pada tanggal 1, Bila tanggal tersebut merupakan hari libur, maka pembayaran gaji dilakukan sehari sebelumnya,

Sistem gaji perusahaan dibagi menjadi tiga golongan, yaitu:

a. Gaji bulanan

Gaji ini diberikan kepada pegawai tetap, Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan,

b. Gaji harian

Gaji ini diberikan kepada karyawan tidak tetap atau buruh harian,

c. Gaji lembur

Gaji ini diberikan kepada karyawan yang melebihi jam kerja yang telah ditetapkan, Besarnya sesuai dengan peraturan perusahaan,

Daftar Gaji Karyawan pada Pabrik Urea Formaldehid dengan Kapasitas 35,000 ton/tahun dapat dilihat pada Tabel 4.15 berikut:

Tabel 4.15 Daftar Gaji Karyawan

No	JABATAN	GAJI/BULAN (Rp)
1	Komisaris	40.000.000,00
2	Manajer	20.000.000,00
3	Staf Ahli	12.000.000,00
4	Kepala Bagian	15.000.000,00
5	Kepala seksi	10.000.000,00
6	<i>Foreman</i>	6.000.000,00
7	Operator / karyawan <i>shift</i>	4.500.000,00

No	JABATAN	GAJI/BULAN (Rp)
8	karyawan <i>nonshift</i>	4.500.000,00
9	Sekretaris	3.800.000,00
10	Medis	4.500.000,00
11	Paramedis	3.500.000,00
12	Sopir	3.000.000,00
13	<i>Cleaning service</i>	2.700.000,00
14	Keamanan / <i>Fire &amp; Safety</i>	3.500.000,00

#### 4.6.8 Fasilitas Karyawan

Tersedia fasilitas yang memadai dapat meningkatkan kelangsungan produktifitas karyawan dalam suatu perusahaan, Adanya fasilitas dalam perusahaan bertujuan agar kondisi jasmani dan rohani karyawan tetap terjaga dengan baik, sehingga karyawan tidak merasa jenuh dalam menjalankan tugas sehari-harinya dan kegiatan yang ada dalam perusahaan dapat berjalan dengan lancar, Sehubungan dengan hal tersebut, maka perusahaan menyediakan fasilitas yang bermanfaat dalam lingkungan perusahaan yang berhubungan dengan kepentingan para karyawan,

Adapun fasilitas-fasilitas yang diberikan perusahaan adalah:

a. Poliklinik

Untuk meningkatkan efisien produksi, faktor kesehatan karyawan merupakan hal yang sangat berpengaruh, Oleh karena itu, perusahaan menyediakan fasilitas poliklinik yang ditangani oleh Dokter dan Perawat,

b. Pakaian kerja

Untuk menghindari kesenjangan antar karyawan, perusahaan memberikan dua pasang pakaian kerja setiap tahunnya, selain itu juga disediakan masker sebagai alat pengaman kerja,

c. Makan dan minum

Perusahaan menyediakan makan dan minum 1 kali sehari yang rencananya akan dikelola oleh perusahaan catering yang ditunjuk oleh perusahaan,

d. Koperasi

Koperasi karyawan didirikan untuk mempermudah karyawan dalam hal simpan pinjam, memenuhi kebutuhan pokok dan perlengkapan rumah tangga serta kebutuhan lainnya,

e. Tunjangan Hari Raya (THR)

Tunjangan ini diberikan setiap tahun, yaitu menjelang Hari Raya Idul Fitri dan besarnya tunjangan tersebut sebesar satu bulan gaji,

f. Jamsostek

Merupakan asuransi pertanggung jawaban jiwa dan asuransi kecelakaan,

g. Tempat Ibadah

Perusahaan membangun tempat ibadah (Masjid) agar karyawan dapat menjalankan kewajiban rohaninya dan melaksanakan aktifitas keagamaan lainnya,

h. Transportasi

Untuk meningkatkan produktifitas dan memperingan beban pengeluaran karyawan, perusahaan memberikan uang transportasi tiap hari yang penyerahannya bersamaan dengan penerimaan gaji tiap bulannya,

i. Hak Cuti

1. Cuti Tahunan

Diberikan kepada karyawan selama 12 hari kerja dalam 1 tahun,

2. Cuti Massal

Setiap tahun diberikan cuti massal untuk karyawan bertepatan dengan hari raya Idul Fitri selama 4 hari kerja,

## 4.7 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dalam pra rancangan pabrik diperlukan guna memperkirakan apakah pabrik yang didirikan merupakan suatu investasi yang layak dan menguntungkan atau tidak dengan memperhitungkan beberapa hal yang meliputi kebutuhan modal investasi, besar keuntungan yang dapat diperoleh, lama modal investasi dapat dikembalikan, dan terjadinya titik impas dimana total biaya produksi sama dengan keuntungan yang diperoleh,

Dalam evaluasi ekonomi, ada beberapa faktor yang dapat ditinjau, antara lain:

1. *Return Of Investment* (ROI)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Discounted Cash Flow Rate Of Return* (DCFR)
4. *Break Even Point* (BEP)
5. *Shut Down Point* (SDP)

Sebelum melakukan analisa terhadap kelima faktor tersebut, maka perlu melakukan perkiraan terhadap beberapa hal sebagai berikut:

1. Penentuan Modal Industri (*Fixed Capital Investment*)
  - a. Modal Tetap (*Fixed Capital Investment*)
  - b. Modal Kerja (*Working Capital Investment*)
2. Penentuan Biaya Produksi Total (*Total Production Cost*)
  - a. Biaya Pembuatan (*Manufacturing Cost*)
  - b. Biaya Pengeluaran Umum (*General Expenses*)
3. Pendapatan Modal



#### 4. Penentuan Titik Impas

Untuk mengetahui titik impas, maka perlu melakukan perkiraan terhadap:

1. Biaya tetap per tahun (*Fixed Cost Annual*)
2. Biaya variabel per tahun (*Variable Cost Annual*)
3. Biaya mengambang (*Reglated Cost Annual*)

##### 4.7.1 Penaksiran Harga Alat

Harga peralatan yang menunjang proses produksi pabrik selalu berubah-ubah setiap tahunnya karena dipengaruhi oleh kondisi ekonomi, Harga peralatan pada tahun rencana pabrik didirikan yaitu tahun 2022 dapat ditentukan dengan menggunakan index harga pada tahun tersebut, Index harga pada tahun analisa yaitu tahun 2017 dapat ditentukan dengan persamaan regresi linier terhadap index-index harga tahun sebelumnya, Daftar index tahun 1975-1990 dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.16 Index harga tiap tahun

TAHUN	Indeks
1987	324
1988	343
1989	355
1990	356
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2

TAHUN	Indeks
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	395,6
2003	402
2004	444,2
2005	468,2
2006	499,6
2007	525,4
2008	575,4
2009	521,9
2010	550,8
2011	585,7
2012	584,6
2013	567,3
2014	576,1

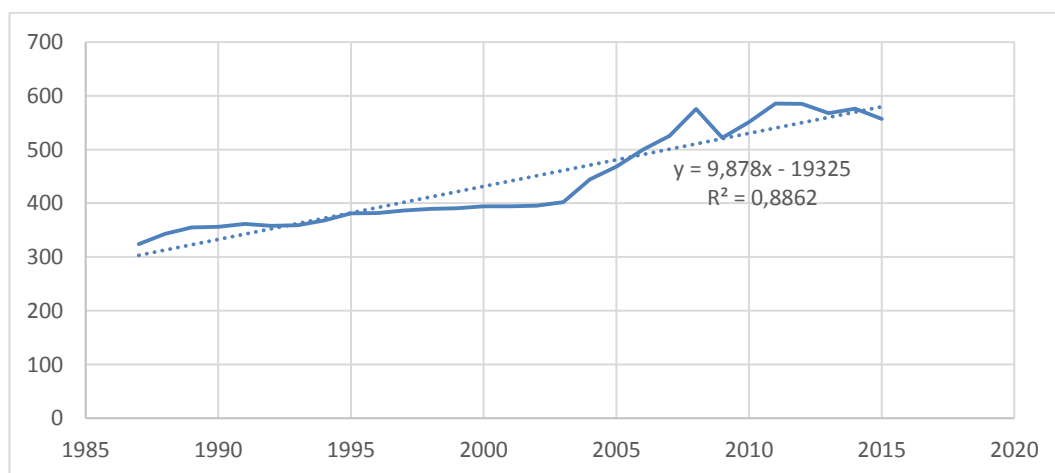
TAHUN	Indeks
2015	556,8

([www.chemengonline.com/pci](http://www.chemengonline.com/pci))

Berdasarkan data diatas persamaan regresi linier yang diperoleh adalah:

$$Y = 9,878x - 19325$$

Pabrik Urea Formaldehid dengan kapasitas 35,000 ton/tahun rencananya akan didirikan pada tahun 2023, maka dengan memasukkan harga  $x = 2023$  pada persamaan diatas diperoleh index harga pada tahun 2023 ( $y$ ) adalah **658,194** Hubungan antara tahun dan index harga dapat dilihat pada Grafik 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.7 Grafik Tahun vs Index Harga

Harga –harga alat dan lainnya diperhitungkan pada tahun evaluasi, Selain itu, harga alat dan lainnya ditentukan juga dengan referensi situs [www.matche.com](http://www.matche.com), Harga alat pada tahun evaluasi dapat dicari dengan persamaan:

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny}$$

(Aries &amp; Newton, 1955)

Keterangan :

Ex : Harga pembelian

Ey : Harga pembelian pada tahun referensi (2014)

Nx : Index harga pada tahun pembelian

Ny : Index harga pada tahun referensi (2014)

**4.7.2 Dasar Perhitungan**

Kapasitas = 35.000 ton/tahun

Satu tahun operasi = 330 hari

Pabrik didirikan tahun = 2023

Kurs mata uang = 1S\$ = Rp 14.400,-

**4.7.3 Perhitungan Biaya****4.7.3.1 Capital Investment**

*Capital Investment* adalah banyaknya pengeluaran-pengeluaran yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik dan untuk mengoperasikannya,

*Capital Investment* meliputi:

## a. Fixed Capital Investment

*Fixed Capital Investment* adalah biaya pabrik yang diperlukan untuk mendirikan fasilitas-fasilitas pabrik,

## b. Working Capital Investment

*Working Capital Investment* adalah modal yang digunakan untuk menjalankan operasi dari suatu pabrik selama waktu tertentu.

#### **4.7.3.2 Manufacturing Cost**

*Manufacturing Cost* adalah biaya yang diperlukan untuk produksi suatu bahan, merupakan jumlah *direct*, *indirect*, dan *fixed manufacturing cost* yang berkaitan dengan produk,

Menurut Aries & Newton, *Manufacturing Cost* meliputi:

a. Direct Cost

*Direct cost* adalah pengeluaran yang berkaitan langsung dengan pembuatan produk,

b. Indirect Cost

*Indirect Cost* adalah pengeluaran-pengeluaran sebagai akibat tidak langsung karena operasi pabrik,

c. Fixed Cost

*Fixed Cost* adalah biaya-biaya tertentu yang selalu dikeluarkan baik pada saat pabrik beroperasi maupun tidak atau pengeluaran bersifat tetap, tidak bergantung waktu dan tingkat produksi,

#### **4.7.3.3 General Expenses**

General Expenses atau pengeluaran umum meliputi pengeluaran-pengeluaran yang berkaitan dengan fungsi perusahaan yang tidak termasuk *Manufacturing Cost*,

#### 4.7.4 Analisa Kelayakan

Analisa atau evaluasi kelayakan pada suatu perancangan pabrik dilakukan untuk dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh sehingga dapat dikategorikan pabrik tersebut layak untuk didirikan atau tidak, Beberapa komponen yang harus dihitung dalam menyatakan kelayakan suatu pabrik adalah:

##### 4.7.4.1 Percent Return On Investment (% ROI)

*Return On Investment* adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dan tingkat investasi yang dikeluarkan,

$$\% ROI = \frac{\text{Keuntungan}}{\text{Fixed Capital}} \times 100\%$$

##### 4.7.4.2 Pay Out Time (POT)

Waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang diperoleh, Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui dalam berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali,

$$POT = \frac{\text{Fixed Capital Investment}}{\text{Keuntungan Tahunan} + \text{Depresiasi}}$$

##### 4.7.4.3 Discounted Cash Flow Rate Of Return

Merupakan besarnya perkiraan keuntungan yang diperoleh setiap tahun, didasarkan atas investasi yang tidak kembali pada setiap akhir tahun selama umur pabrik,

$$(FC + WC)(1+i)^N = c \sum_{n=0}^{n=N-1} (1+i)^N + WC + SV$$

Dimana:

FC : *Fixed Capital*

WC : *Working Capital*

SV : *Salvage Value*

C : *Cash flow*

: profit after takes + depresiasi + finance

N : Umur pabrik = 10 tahun

i : Nilai DCFR

#### 4.7.4.4 Break Even Point (BEP)

Merupakan suatu titik impas dimana pabrik tidak mengalami untung maupun rugi, Kapasitas produksi pada saat sales sama dengan total cost, Pabrik akan rugi jika beroperasi dibawah BEP da akan untung jika beroperasi diatas BEP,

$$BEP = \frac{(Fa + 0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

Dimana :

Fa : *Annual Fixed Manufacturing Cost* pada produksi maksimum

Ra : *Annual Regulated Expenses* pada produksi maksimum

Va : *Annual Variabel Value* pada produksi maksimum

Sa : *Annual Sales Value* pada produksi maksimum

#### 4.7.4.5 Shut Down Point (SDP)

*Shut Down Point* adalah level produksi dimana biaya untuk menjalankan operasi lebih mahal daripada untuk menutup pabrik dan membayar *fixed cost*,

$$SDP = \frac{(0,3Ra)}{(Sa - Va - 0,7Ra)} \times 100\%$$

#### 4.7.5 Hasil Perhitungan

##### 4.7.5.1 Penentuan Fixed Capital Investment (FCI)

Nilai *Fixed Capital Investment* (FCI) adalah penjumlahan dari *Total Direct Cost* (DPC), *Contractor's Fee* dan *Contingency*, Nilai *Contractor's Fee* diperoleh dari 4% nilai *Physical Plant Cost* (PPC) dan nilai *Contingency* diperoleh dari 10% nilai *Physical Plant Cost* (PPC), Pada Tabel 4.17 sampai dengan Tabel 4.19 dibawah ini merupakan rincian penentuan nilai *Fixed Capital Investment* (FCI).

Tabel 4.17 *Physical Plant Cost* (PPC)

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Purchased Equipment cost</i>	66.767.502.258	4.636.632
2	<i>Delivered Equipment Cost</i>	16.691.875.565	1,159,158
3	Instalasi cost	10.527.009.523	731,042



No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
4	Pemipaan	36.395.939.174	2.527.496
5	Instrumentasi	16.620.935.093	1.154.232
6	Insulasi	2.500.303.861	173.632
7	Listrik	6.676.750.226	463.663
8	Bangunan	30.000.000.000	2.083.333
9	<i>Land &amp; Yard Improvement</i>	45.000.000	3.125.000
<b><i>Physical Plant Cost (PPC)</i></b>		<b>231.180.315.699</b>	<b>16.054.189</b>

Tabel 4.18 *Direct Plant Cost (DPC)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Teknik dan Konstruksi	46.236.063.140	3.210.838
<b><i>Total (DPC + PPC)</i></b>		<b>277.416.378.839</b>	<b>19.265.026</b>

Tabel 4.19 *Fixed Capital Investment (FCI)*

No	<i>Type of Capital Investment</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	Total DPC + PPC	277.416.378.839	19.265.026
2	Kontraktor	27.741.637.884	1.926.503
3	Biaya tak terduga	27.741.637.884	1.926.503
<b><i>Fixed Capital Investment (FCI)</i></b>		<b>332.899.654.607</b>	<b>23.118.032</b>

#### 4.7.5.2 Penentuan Total Production Cost (TPC)

Nilai *Total Production Cost* (TPC) adalah penjumlahan dari *Direct Manufacturing Cost* (DMC), *Indirect Manufacturing Cost* (IMC), *Fixed Manufacturing Cost* (FMC), *Manufacturing Cost* (MC), *Working Capital* (WC), *General Expenses* (GE), Pada Tabel 4,20 sampai dengan Table 4,25 dibawah ini merupakan rincian penentuan nilai *Total Production Cost* (TPC),

Tabel 4.20 *Direct Manufacturing Cost* (DMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw Material</i>	151.353.835.884	10.510.683
2	<i>Labor</i>	810.000.000	56.250
3	<i>Supervision</i>	81.000.000	5.625
4	<i>Maintenance</i>	19.973.979.276	1.387.082
5	<i>Plant Supplies</i>	2.996.096.891	208.062
6	<i>Royalty and Patents</i>	12.933.200.000	898.139
7	<i>Utilities</i>	28.620.651.429	1.987.545
<b><i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i></b>		<b>216.768.763.482</b>	<b>15.053.386</b>

Tabel 4.21 *Indirect Manufacturing Cost* (IMC)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Payroll Overhead</i>	121.500.000	8.438

2	<i>Laboratory</i>	81.000.000	5.625
3	<i>Plant Overhead</i>	405.000.000	28.125
4	<i>Packaging and Shipping</i>	96.999.000.000	6.736.042
<b><i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i></b>		<b>97.606.500.000</b>	<b>6.778.229</b>

Tabel 4.22 *Fixed Manufacturing Cost (FMC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Depreciation</i>	33.289.965.461	2.311.803
2	<i>Property taxes</i>	6.657.993.092	462.361
3	<i>Insurance</i>	3.328.996.546	231.180
<b><i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i></b>		<b>43.276.955.099</b>	<b>3.005.344</b>

Tabel 4.23 *Manufacturing Cost (MC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Direct Manufacturing Cost (DMC)</i>	216.768.763.482	15.053.386
2	<i>Indirect Manufacturing Cost (IMC)</i>	97.606.500.000	6.778.229
3	<i>Fixed Manufacturing Cost (FMC)</i>	43.276.955.099	3.005.344
<b><i>Manufacturing Cost (MC)</i></b>		<b>357.652.218.581</b>	<b>24.836.960</b>

Tabel 4.24 *Working Capital (WC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
-----------	-------------------------------	-------------------	-------------------

1	<i>Raw Material Inventory</i>	41.278.318.878	2.866.550
2	<i>In Process Inventory</i>	48.770.757.079	3.386.858
3	<i>Product Inventory</i>	97.541.514.158	6.773.716
4	<i>Extended Credit</i>	176.361.818.182	12.247.348
5	<i>Available Cash</i>	97.541.514.158	6.773.716
<b><i>Working Capital (WC)</i></b>		<b>461.493.922.455</b>	<b>32.048.189</b>

Tabel 4.25 *General Expenses (GE)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Administration</i>	21.459.133.115	1.490.218
2	<i>Sales expense</i>	78.683.488.088	5.464.131
3	<i>Research</i>	28.612.177.486	1.986.957
4	<i>Finance</i>	31.775.743.082	2.206.649
<b><i>General Expense (GE)</i></b>		<b>160.530.541.771</b>	<b>11.147.954</b>

Tabel 4.26 *Total Production Cost (TPC)*

<b>No</b>	<b><i>Type of Expense</i></b>	<b>Harga (Rp)</b>	<b>Harga (\$)</b>
1	<i>Manufacturing Cost (MC)</i>	357.652.218.581	24.836.960
2	<i>General Expense (GE)</i>	160.530.541.771	11.147.954
<b><i>Total Production Cost (TPC)</i></b>		<b>518.182.760.352</b>	<b>35.984.914</b>

#### 4.7.5.3 Penentuan Fixed Cost (Fa)

Nilai *Fixed Cost* (Fa) adalah penjumlahan dari *Depreciation. Property taxes. Insurance*. Pada Tabel 4.27 dibawah ini merupakan rincian nilai *Fixed Cost* (Fa).

Tabel 4.27 *Fixed Cost* (Fa)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Depreciation</i>	33.289.965.461	2.311.803
2	<i>Property taxes</i>	6.657.993.092	462.361
3	<i>Insurance</i>	3.328.996.546	231.180
<b><i>Fixed Cost (Fa)</i></b>		<b>43.276.955.099</b>	<b>3.005.344</b>

#### 4.7.5.4 Penentuan Variable Cost (Va)

Nilai *Variable cost* (Va) adalah penjumlahan dari *Raw Material. Packaging and Shipping. Utilities. Royalty and Patent*. Pada Tabel 4.45 dibawah ini merupakan rincian nilai *Variable Cost* (Va).

Tabel 4.28 *Variable Cost* (Va)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Raw material</i>	151.353.835.884	10.510.683
2	<i>Packaging &amp; shipping</i>	96.999.000.000	6.736.042
3	<i>Utilities</i>	28.620.651.429	1.987.545
4	<i>Royalties and Patents</i>	12.933.200.000	898.139
<b><i>Variable Cost (Va)</i></b>		<b>289.906.687.314</b>	<b>20.132.409</b>

#### 4.7.5.5 Penentuan Regulated Cost (Ra)

Nilai *Regulated Cost* (Ra) adalah penjumlahan dari Gaji Karyawan. *Payroll Overhead. Supervision. Plant Overhead. Laboratorium. General Expenses. Maintenance. Plant*

*Supplies.* Pada Tabel 4.29 dibawah ini merupakan rincian nilai *Regulated Cost* (Ra).

gambar 4.29 *Regulated Cost* (Ra)

No	<i>Type of Expense</i>	Harga (Rp)	Harga (\$)
1	<i>Labor cost</i>	810.000.000	56.250
2	<i>Plant overhead</i>	405.000.000	28.125
3	<i>Payroll overhead</i>	121.500.000	8.438
4	<i>Supervision</i>	81.000.000	5.625
5	<i>Laboratory</i>	81.000.000	5.625
6	<i>Administration</i>	21.459.133.115	1.490.218
7	<i>Finance</i>	31.775.743.082	2.206.649
8	<i>Sales expense</i>	78.683.488.088	5.464.131
9	<i>Research</i>	28.612.177.486	1.986.957
10	<i>Maintenance</i>	19.973.979.276	1.387.082
11	<i>Plant supplies</i>	2.996.096.891	208.062
<b><i>Regulated Cost (Ra)</i></b>		<b>184.999.117.939</b>	<b>12.847.161</b>

#### 4.7.5.6 Keuntungan (Profit)

Keuntungan = Total Penjualan Produk – Total Biaya Produksi

Harga Jual Produk Seluruhnya (Sa)

Total Penjualan Produk = Rp 646.660.000.000

Total Biaya Produksi = Rp 518.182.760.352

Pajak Keuntungan sebesar 50%

Keuntungan Sebelum Pajak = Rp 128.477.239.648

Keuntungan Setelah Pajak = Rp 64.238.619.824

#### 4.7.5.7 Analisa Kelayakan

- a. Percent Return Of Investment (% ROI)

$$ROI = \frac{\text{Profit}}{FCI} \times 100\%$$

ROI sebelum pajak = 38,5934%

ROI setelah pajak = 19,2967%

- b. Pay Out Time (POT)

$$POT = \frac{FCI}{\text{Keuntungan} + \text{Depresiasi}}$$

POT sebelum pajak = 2,1 tahun

POT setelah pajak = 3,4 tahun

- c. Break Even Point (BEP)

Fixed Cost (Fa) = Rp 43.276.955.099

Variable Cost (Va) = Rp 289.906.687.314

Regulated Cost (Ra) = Rp 184.999.117.939

Penjualan Produk (Sa) = Rp 646.660.000.000

$$BEP = \frac{Fa \times 0,3Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

BEP = 43,47%

d. Shut Down Point (SDP)

$$SDP = \frac{0,3.Ra}{Sa - Va - 0,7Ra} \times 100\%$$

SDP = 24,42%

e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR)

Umur Pabrik = 10 tahun

Fixed Capital (FC) = Rp 332.899.654.607

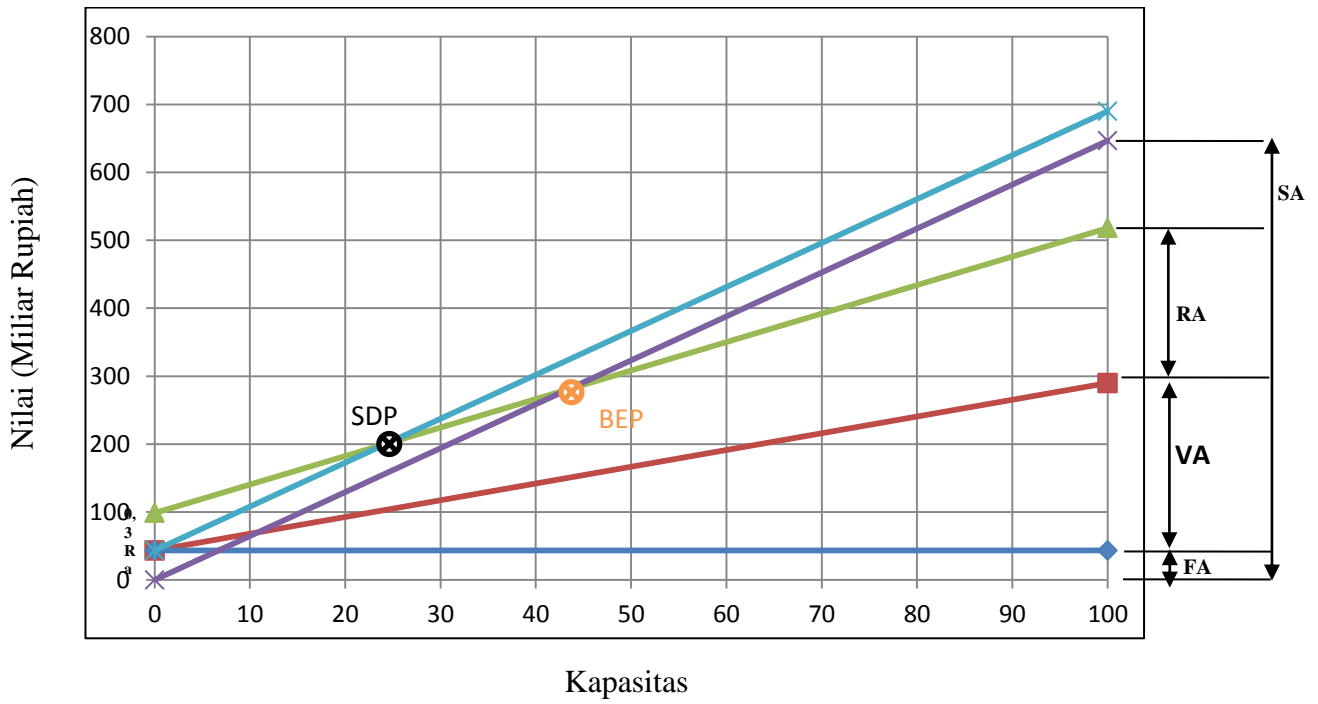
Working Capital (WC) = Rp 461.493.922.455

Salvage Value (SV) = Rp 33.289.965.461

DCFR = 31,00%

Berdasarkan perhitungan di atas. Grafik 4.8 menunjukkan bahwa Pabrik Urea Formaldehid Proses DB Western dengan Kapasitas 35.000 ton/tahun layak didirikan.





Gambar 4.8 Grafik Hubungan % Kapasitas vs Rupiah/Tahun

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan perancangan Pabrik Urea Formaldehid Proes DB Western dengan kapasitas 35.000 ton/tahun, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pabrik Urea Formaldehid Proes DB Western dengan kapasitas 35.000 ton/tahun dilatarbelakangi oleh meningkatnya kebutuhan impor di Indonseia akan urea formaldehid. Sehingga dengan berdirinya pabrik akan menghemat devisa negara dan membuka peluang berdirinya pabrik lainnya yang menggunakan produk pabrik tersebut. Disamping itu dapat membuka kesempatan untuk ahli teknologi, membuka lapangan kerja baru di dalam usaha ikut mengurangi angka pengangguran dan kemiskinan
2. Perancangan produk urea formladehid dirancang dengan menggunakan proses DB Western karena konversi yang tinggi serta umur katalis yang lebih panjang.
3. Pabrik Urea Formaldehid Proes DB Western dengan kapasitas 35.000 ton/tahun berbentuk Perseroan Terbatas didirikan di Bontang dengan luas tanah keseluruhan 33500 m<sup>2</sup> dengan luas bangunan 15500 m<sup>2</sup>. Jumlah karyawan 117 orang dan beroperasi 330 hari/tahun.

4. Ditinjau dari segi proses, sifat-sifat bahan baku dan kondisi operasinya, maka Pabrik Urea Formaldehid Proes DB Western dengan kapasitas 35.000 ton/tahun ini tergolong pabrik beresiko rendah.
5. Berdasarkan hasil perhitungan analisa terhadap aspek ekonomi yang telah dilakukan pada pabrik ini didapatkan sebagai berikut:
  - a. Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 128.477.239.648 per tahun dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 64.238.619.824 (dengan asumsi pajak 50%) (Aries & Newton, 1955)
  - b. Presentasi Return on Investmen (ROI) sebelum pajak adalah 38,5934% dan setelah pajak adalah 19,2967%. ROI sebelum pajak minimum untuk pabrik beresiko rendah sebesar 11%. (Aries & Newton, 1955)
  - c. Pay Out Time (POT) sebelum pajak adalah 2,1 tahun dan setelah pajak adalah 3,4 tahun. POT sebelum pajak maksimum untuk pabrik beresiko rendah adalah 5 tahun. (Aries & Newton, 1955)
  - d. Nilai Break Event Point (BEP) adalah 43,47% dan Shut Down Point (SDP) adalah 24,42%. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya sebesar 40%-60% dan  $SDP < BEP$ . (Aries & Newton, 1955)
  - e. Discounted Cash Flow Rate (DCFR) adalah 31%. Suku bunga simpanan bank rata-rata pada saat ini sebesar 7,5%.

Dari data di atas dapat disimpulkan bahwa Pabrik Urea Formaldehid Proes DB Western dengan kapasitas 35.000 ton/tahun

digolongkan sebagai pabrik beresiko rendah layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya karena mempunyai indikator ekonomi yang menguntungkan sehingga layak untuk didirikan.

## **5.2 Saran**

Perancangan suatu pabrik kimia diperlukan pemahaman konsep-konsep dasar yang dapat meningkatkan kelayakan pendirian suatu pabrik kimia diantaranya sebagai berikut:

1. Perancangan pabrik kimia tidak lepas dari produksi limbah, sehingga diharapkan berkembangnya pabrik-pabrik kimia yang lebih ramah lingkungan.
2. Produk Urea Formaldehid dapat direalisasikan sebagai sarana untuk memenuhi kebutuhan di masa mendatang yang jumlahnya semakin meningkat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim, 2002-2006, “*Statistik Perdagangan Luar Negeri dan Impor*”, Biro Pusat Statistik.
- Aries, R.S and Newton, R.D, 1955, “*Chemical Engineering Cost Estimation*”, Mc Graw Hill Book Co Inc, New York.
- Bird, R.B, Stewart, W.E and Lightfoot, E.N, 1960, “*Transport Phenomena* “, John Willey and Sons Inc, New York.
- Brown, G.G, 1978, “*Unit Operation* “, Modern Asia Edition, John Willey and Sons Inc, New York.
- Brownell, L.E and Young, E.H, 1979, “*Process Equipment Design*”, John Willey and Sons Inc, New York.
- Faith, W.L, Keyes, D.B and Clerk, R.L, 1965, “*Industrial Chemicals* “, third edition, Mc Graw Hill Book Co Inc, New York
- Foust, A.S, 1980, “*Principles of Unit Operation* “, second edition, John Willey and Sons Inc, New York.
- Froment and Bischoff, 1985, “*Chemical Reactor Analysis and Design*”, John Willey and Sons Inc, New York.
- Kern, D.Q, 1950, “*Process Heat Transfer*”, International Student Edition, Mc Graw Hill Book Ltd, Tokyo.
- Kirk, R.E and Othmer, D.F, 1955, “*Encyclopedia of Chemical Technology*”, vol 14, The Interscience Encyclopedia Inc, New York.
- Ludwig, E.E, 1977, “*Applied Process Design for Chemical Petrochemical Plants*”, second edition, Gulf Publishing Co, Houston, Texas.
- Mc Cabe, W.L and Smith, H.C, 1967, “*Unit Operation of Chemical Engineering*”, Mc Graw Hill Book Co Inc, New York.
- Mc Ketta, J.John and Cunningham, D.F, 1988, “*Encyclopedia of Chemical Processing and Design*”, vol 29, Marcel Dekker Inc, New York and Basel.
- Meyer, Beat, 1979, “*Urea Formaldehyde Resins* ”, Addison Wesley Publishing Co Inc, Canada.

- Mustamin, A.A dan Jaya, F, 2000, “*Optimasi Bobot Molekul sebagai Fungsi Daya Rekat Urea Formaldehid*“, Prosiding SRKP, Semarang.
- Perry, H.J, 1997 , “*Chemical Engineers Hand Book*”, sixth edition, Mc Graw Hill Book Co, Kogakusha Company Ltd, Tokyo.
- Peter, M.S and Timmerhaus, K.D, 1991, “*Plant Design and Economic for Chemical Engineering*“, 4<sup>th</sup> edition, Mc Graw Hill Book Co Inc, Tokyo.
- Rase, H.F., “*Chemical Reactor design for Process Plant*“, 3<sup>th</sup> ed., John Wiley & Sons, New York, 1977.
- Skeist, Irving, 1977, “*Handbook Of Adhesives*”, second edition, Van Nostrand Reinhold Company, New York.
- Smith, J.M and Van Ness, 2001, “*Introduction of Chemical Engineering Thermodynamics*”, sixth edition, Mc Graw Hill Book Co, Singapore.
- Subekti, Ir.Agus 1995, \**Perancangan dan Evaluasi Reaktor Formaldehide di PT. Pupuk Kaltim-Bontang*”, Prosiding STK Soehadi Reksowardodo
- Ullmans, Barbara Elvers, 1988, “*Encyclopedia of Industrial Chemistry*”, vol A11, Completely Edition, John Willey and Sons Inc, New York.
- Ulrich, G.D, 1984, “*A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*”, second edition, John Willey and Sons Inc, New York.
- Wallas, Stanley, 1959, “*Reaction Kinetics for Chemical Engineers*”, Mc Graw Hill Book Co Ltd, Tokyo.
- Yaws, C.L, 1999, “*Chemical Properties Hand Book*“, Mc Graw Hill Book Co Inc, USA.

<http://www.matche.com>

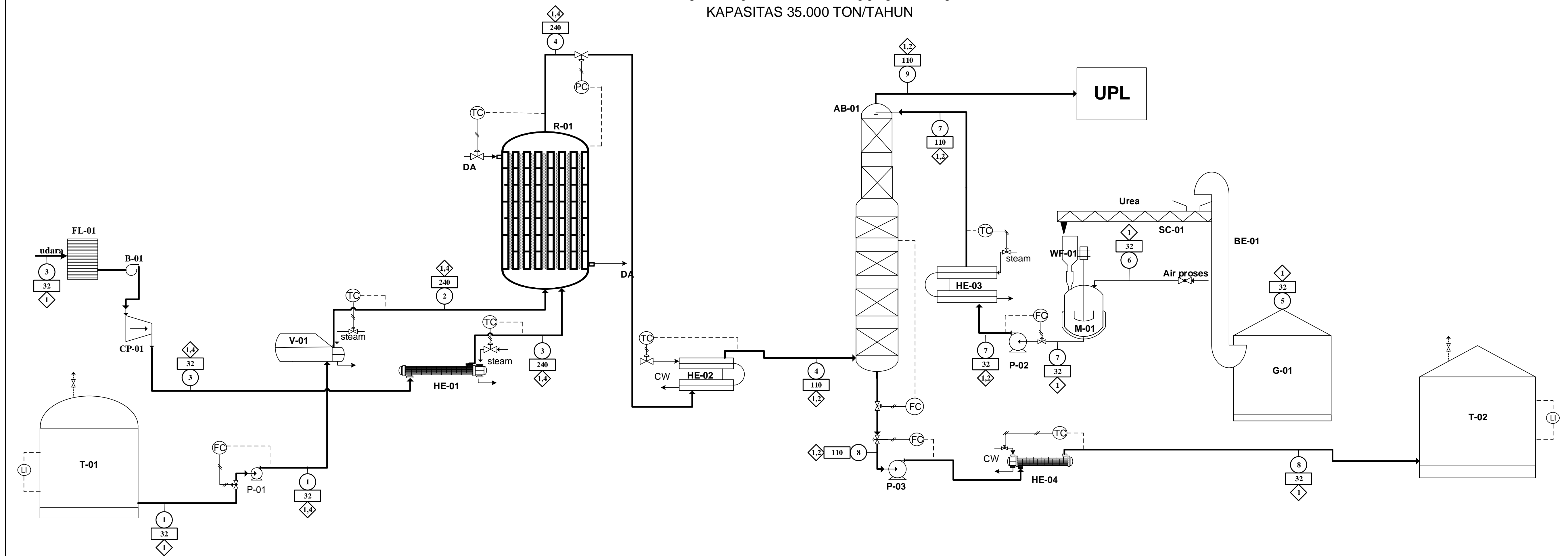
<http://www.alibaba.com>

<http://www.chemindustry.com>

<http://www.chemprice.com>

<http://www.largoresources.com>


**PROSES ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
PABRIK UREA FORMALDEHID PROSES DB WESTERN  
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN**



Komponen	Nomor Arus (kg/jam)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CH3OH	2913,9884	2913,9884	-	29,1399	-	-	-	9,2803	19,8596
O2	-	-	1510,3136	14,5699	-	-	-	-	14,5699
N2	-	-	5681,6560	5681,6560	-	-	-	-	5681,6560
H2O	4,3775	4,3775	-	1654,2082	8,1243	586,7669	594,8912	651,3889	1597,7110
CO	-	-	-	23,7279	-	-	-	-	23,7279
CHOH	-	-	-	2704,5455	-	-	-	2651,5152	53,0303
(NH2)2CO	-	-	-	-	1104,7980	-	1104,7980	1104,7980	-
CHOOH	-	-	-	2,4882	-	-	-	2,2096	0,2786
<b>Total</b>	<b>2918,3659</b>	<b>2918,3659</b>	<b>7191,9696</b>	<b>10110,3356</b>	<b>1112,9223</b>	<b>586,7669</b>	<b>1699,6892</b>	<b>4419,1920</b>	<b>7390,8333</b>

ALAT	KETERANGAN
V	Vaporizer
FL	Filter
BL	Blower
HE	Heat Exchanger
CP	Compressor
P	Pompa
R	Reaktor
AB	Absorber
M	Mixer
T	Tangki
BE	Bucket Elevator
SC	Screw Conveyor
WF	Weight Feeder
G	Gudang

SIMBOL	KETERANGAN
FC	Fraction Controller
LI	Level Indikator
PC	Pressure Controller
TC	Temperature Controller
Nomor Arus	Nomor Arus
Suhu, C	Suhu, C
Tekanan, atm	Tekanan, atm
Control Valve	Control Valve
Electric Connection	Electric Connection
Piping	Piping
Udara Tekan	Udara Tekan



JURUSAN TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA

PROCESS ENGINEERING FLOW DIAGRAM  
**PABRIK UREA FORMALDEHID PROSES DB WESTERN**  
KAPASITAS 35.000 TON/TAHUN

Dikerjakan oleh:  
1. PRAYOGI AGUSTIANSYAH (14 521 311)  
2. TIARA SALSABILA (14 521 327)

Dosen pembimbing:  
Pembimbing I : IR. BACHRUN SUTRISNO, M.SC.  
Pembimbing II : AJENG YULIANTI DWI LESTARI, S.T., M.T.





## **LAMPIRAN**

# REAKTOR

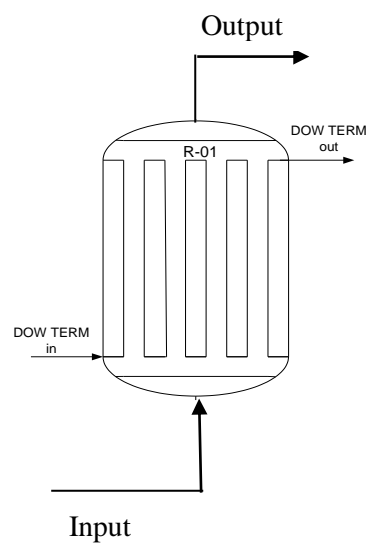
Jenis : Reaktor *Fixed Bed Multitube*

Fungsi : Tempat berlangsungnya reaksi antara metanol dan oksigen menjadi formaldehid

Kondisi Operasi : Suhu = 240 °C  
Tekanan = 1,4 atm  
Reaksi = Eksotermis

Tujuan :

1. Menentukan jenis reaktor
2. Menghitung pressure drop
3. Menghitung berat katalis
4. Menghitung waktu tinggal dalam reaktor
5. Menentukan dimensi reaktor



Reaksi yang terjadi didalam reaktor:



1. Menentukan jenis reaktor

Dipilih reaktor fixed bed multitube dengan pertimbangan sebagai berikut:

- a. zat pereaksi berupa fasa gas dengan katalis padat
- b. umur katalis panjang 12-15 bulan
- c. reaksi eksotermis sehingga diperlukan luas perpindahan panas yang besar agar kontak dengan pendingin berlangsung optimal
- d. tidak diperlukan pemisahan katalis dari gas keluaran reaktor
- e. pengendalian suhu relatif mudah karena menggunakan tipe shell and tube

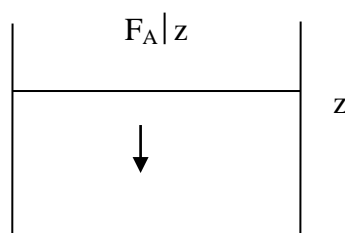
( Hill, hal 425-431 )

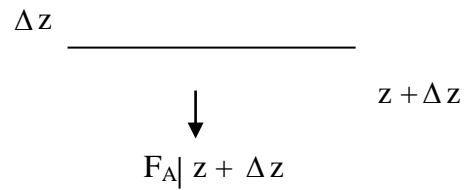
2. Persamaan – persamaan Matematis Reaktor

- a. Neraca massa reaktor

Reaksi berlangsung dalam keadaan steady state dalam reaktor setebal  $\Delta Z$  dengan konversi X. Neraca massa  $\text{CH}_3\text{OH}$  pada elemen volume :

Input – Output – Yang bereaksi = 0





Input - Output - Yang Bereaksi = 0

$$F_A|_z - (F_A|_{z+\Delta z} + (-r_A) \Delta v) = 0$$

$$\Delta v = \frac{\pi D_i^2}{4} \varepsilon \Delta z$$

$\Delta v$  = volume gas diantara katalis pada elemen volum

$$F_A|_z - F_A|_{z+\Delta z} - (-r_A) \pi/4 D_i^2 \varepsilon \cdot \Delta z = 0$$

$$\frac{F_A|_{z+\Delta z} - F_A|_z}{\Delta z} = (-r_A) \pi/4 D_i^2 \varepsilon$$

$$\frac{-F_A}{\Delta z} = \frac{-r_A \pi D_i^2}{4} \varepsilon$$

Dimana  $F_A = -F_{A0} (1 - X_A)$

$$\Delta F_A = -F_{A0} \cdot \Delta X_A$$

$$F_{A0} \cdot \frac{\Delta X_A}{\Delta z} = \frac{-(r_A) \pi D_i^2}{4} \varepsilon$$

$$\frac{\Delta X_A}{\Delta z} = \frac{-(r_A) \pi D_i^2}{4 F_{A0}} \varepsilon$$

Lim  $\Delta z \rightarrow 0$

$$\frac{dX_A}{dz} = \frac{(-r_A) \pi D_i^2 \varepsilon}{4 F_{A0}}$$

dimana :  $\frac{dX_A}{dz}$  = perubahan konversi persatuan panjang

$\varepsilon$  = porositas

$(-r_A)$  = kecepatan reaksi =  $k C_A \cdot C_B$

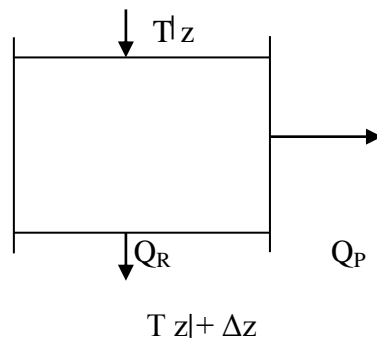
$Z$  = tebal tumpukan katalisator

$D_i$  = diameter dalam pipa

### Komposisi Dengan Perhitungan Kapasitas

Input	Massa, Kg/Jam	Output	Massa, Kg/Jam
Metanol	2913,9884	Metanol	29,1399
Oksigen	1510,3136	Oksigen	14,5699
Air	4,3775	Air	1654,2082
Nitrogen	5681,6560	Nitrogen	5681,6560
		Formaldehide	2704,5455
		Karbonmonoksida	23,7279
		Asam Formiat	2,4882

b. Neraca panas elemen volume



$Q_R$  = panas reaksi

$Q_P$  = panas yang dibuang, ada pendinginan

$$\text{Input} - \text{Output} = \text{Acc}$$

$$\Sigma m.C_p (T|_z - T_o) - [(\Sigma m.C_p) (T|_{z+\Delta z} - T_o) + Q_R + Q_P]$$

$$\Sigma m.C_p (T|_z - T|_{z+\Delta z}) = Q_R + Q_P$$

$$(\Sigma m.C_p) (-\Delta T) = Q_R + Q_P$$

$$Q_R = \Delta H_R F_{Ao} \Delta X_A$$

$$Q_P = UA (T - T_s)$$

$$A = \pi D_o \Delta Z$$

$$Q_P = U \pi D_o \Delta Z (T - T_s)$$

$$\frac{(\Sigma m.C_p) (-\Delta T) = \Delta H_R \cdot F_{Ao} \cdot \Delta X_A + U \cdot \pi \cdot D_o \cdot \Delta Z (T - T_s)}{\Delta Z}$$

:  $\Delta Z$

$$(\Sigma m.C_p) \left( \frac{-\Delta T}{\Delta Z} \right) = \Delta H_R \cdot F_{Ao} \cdot \left( \frac{\Delta X_A}{\Delta Z} \right) + U \cdot \pi \cdot D_o \cdot \Delta Z (T - T_s)$$

$$\left( \frac{-\Delta T}{\Delta Z} \right) = \frac{\Delta H_R \cdot F_{Ao} \cdot \left( \frac{\Delta X_A}{\Delta Z} \right) + U \cdot \pi \cdot D_o \cdot \Delta Z (T - T_s)}{(\Sigma m.C_p)}$$

$$\lim \Delta Z \rightarrow 0$$

$$\frac{dT}{dZ} = \frac{\Delta H_R \cdot F_{Ao} \cdot \left( \frac{dX_A}{dZ} \right) + U \cdot \pi \cdot D_o \cdot \Delta Z (T - T_s)}{(\Sigma m.C_p)}$$

Dimana:

$$\frac{dT}{dZ} = \text{Perubahan Suhu persatuan panjang katalis}$$

$$\Delta H_R = \text{Panas Reaksi}$$

$$U = \text{Overall heat transfer coefficient}$$

$$D_o = \text{Diameter luar}$$

$$T = \text{Suhu gas}$$

$$T_s = \text{Suhu penelitian}$$

$$C_p = \text{Kapasitas panas}$$

c. Neraca panas untuk pendingin

Pendingin yang dipakai adalah Dowtherm A yang stabil pada suhu 93,3 – 540 °C

Komposisi Dowtherm A : - 73,5 % Diphenyl Oxide  
- 26,5 % Diphenyl

Sifat-sifat fisis Dowtherm A (T dalam K) dari Hydrocarbon Processing.

$$C_p = 0,11152 + 3,402 \cdot 10^{-4} T, \text{ cal/g.K}$$

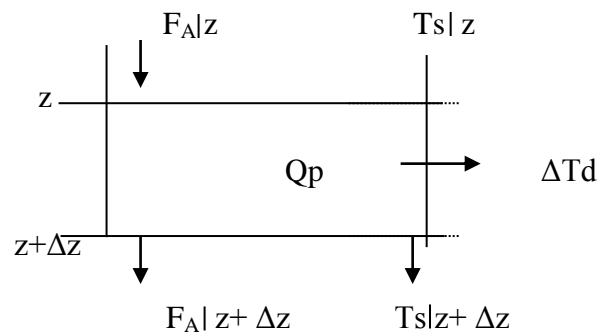
$$\rho = 1,4 - 1,0368 \cdot 10^{-3} T, \text{ gr/cm}^3$$

$$\mu = 35,5808 - 0,04212 T, \text{ gr/cm.Jam}$$

$$k = 0,84335 - 5,8076 \cdot 10^{-4} T, \text{ cal/J.Cm.K}$$

Aliran pendingin dalam reaktor searah dengan aliran gas

Neraca Panas pada elemen volum



$$m_p.C_{pp} ( T_s|_z - T_o ) + Q_p - m_p C_{pp} ( T_s|_{z + \Delta z} - T_o ) = 0$$

$$m_p.C_{pp} ( T_s|_z - T_s|_{z + \Delta z} ) = - Q_p$$



$$(Ts|_z - Ts|_{z+\Delta z}) = - \frac{U \cdot \pi \cdot D_o \cdot \Delta z \cdot (T - Ts)}{(m \cdot Cp) p}$$

$$(Ts|_z - Ts|_{z+\Delta z}) / \Delta z = - \frac{U \cdot \pi \cdot D_o \cdot (T - Ts)}{(m \cdot Cp) p}$$

$$- (Ts|_{z+\Delta z} - Ts|_z) / \Delta z = - \frac{U \cdot \pi \cdot D_o \cdot (T - Ts)}{(m \cdot Cp) p}$$

$$\frac{\Delta Ts}{\Delta Z} = \frac{U \cdot \pi \cdot D_o (T - Ts)}{(m \cdot Cp) p}$$

$\lim \Delta Z \rightarrow 0$

$$\frac{dT_s}{dZ} = \frac{U \cdot \pi \cdot D_o (T - T_s)}{(m \cdot Cp) p}$$

d. Penurunan tekanan

Dalam pipa = penurunan tekanan dalam pipa berisi katalisator (Fixed bed) digunakan rumus 11.6 (chapter 11 hal 492 “ Chemical Reactor Design For Process Plants”.

$$\frac{dP}{dZ} = \frac{G}{\rho g D_p} \cdot \frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon^3} \cdot \left[ \frac{150(1 - \varepsilon)\mu}{D_p} + 1,75G \right]$$

Dimana :

$G$  = Kecepatan aliran massa gas dalam pipa,  $\text{gr/cm}^3$

$\rho$  = Densitas gas,  $\text{gr/cm}^3$

$D_p$  = Densitas pertikel katalisator,  $\text{cm}$

$G$  = Gaya Gravitasi,  $\text{cm/det}^2$

$\varepsilon$  = Porosity tumpukan katalisator

$\mu$  = Viskositas gas,  $\text{gr/cm jam}$

3. Data – data sifat fisis bahan

a. Menentukan umpan  $Y_i$  masuk

Komponen	BMi	Massa	Mol	$y_i$
	(kg/kmol)	(kg/jam)	(kmol/jam)	
CH <sub>3</sub> OH	32	2913,9884	91,0621	0,2409
O <sub>2</sub>	18	1510,3136	83,9063	0,2220
H <sub>2</sub> O	32	4,3775	0,1368	0,0004
N <sub>2</sub>	28	5681,6560	202,9163	0,5368
Total		10110,3356	378,0215	1,0000

b. Menentukan volume gas reaktor

$$PV = nRT$$

$$n = 27,0266 \text{ kmol/jam} = 7,5074 \text{ mol/dtk}$$

$$R = 82,05 \text{ atm.cm}^3/\text{mol.}^\circ\text{K}$$

$$P = 1,4 \text{ atm}$$

$$V = \frac{nRT}{P} = 3.153.202,8817 \text{ cm/dtk}$$

c. Menentukan densitas umpan

$$\rho = \frac{P \cdot BM}{RT} = \frac{(1,4 \text{ atm}) \left( 29,7454 \frac{\text{gr}}{\text{mol}} \right)}{\left( 82,05 \text{ atm.} \frac{\text{cm}^3}{\text{mol. K}} \right) (513\text{K})(1)} = 0,0008907 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^3}$$

d. Menentukan viskositan umpan

$$\mu_{gas} = A + BT + CT^2$$

Komponen	A	B	C
CH3OH	-14,236	3,8930E-01	-6,2762E-05
O2	44,224	5,6200E-01	-1,1300E-04
H2O	-36,826	4,2900E-01	-1,6200E-05
N2	42,606	4,7500E-01	-9,8800E-05

(Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl L. yaws)

Komponen	yi	$\eta$ gas mikropoise	$\mu_{\text{gas}}$	$\mu_{\text{gas}}$	$\mu_{\text{gas}}$
			(kg/s.m)	(kg/jam.m)	lb/ft.jam
CH3OH	0,2409	1,6896E+02	0,000017	0,060825	0,000015
O2	0,2220	3,0279E+02	0,000030	0,109005	0,000026
H2O	0,0004	1,7899E+02	0,000018	0,064436	0,000016
N2	0,5368	2,6028E+02	0,000026	0,0937008	0,000023
TOTAL	1,0000	911,0174	0,0001	0,3280	0,0001

Komponen	$y_i \cdot \mu_{\text{gas}}$	$y_i \cdot \mu_{\text{gas}}$	$y_i \cdot \mu_{\text{gas}}$	$y_i \cdot \eta$ gas
	(kg/s.m)	(kg/jam.m)	lb/ft.jam	mikropoise
CH3OH	0,0000041	0,014652	0,000004	40,7005
O2	0,0000067	0,024195	0,000006	67,2082
H2O	0,0000000	0,000023	0,000000	0,0648
N2	0,0000140	0,050297	0,000012	139,7143
Total	0,000025	0,089168	0,000022	247,6878

$$\mu_{\text{gas}} = 0,000025 \text{ kg/m.s}$$

$$= 0,00025 \text{ g/cm.s}$$

e. Menentukan konduktivitas gas umpan

$$k_{\text{gas}} = A + BT + CT^2$$

<b>Komponen</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
CH3OH	2,3400E-03	5,4340E-06	1,3154E-07
O2	0,00121	8,6157E-05	-1,3348E-08
H2O	0,00053	4,7093E-05	4,9551E-08
N2	0,00309	7,5930E-05	-1,1014E-08

(Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl L.yaws)

<b>Komponen</b>	<b>yi</b>	<b>k<sub>gas</sub></b>	<b>yi.k<sub>gas</sub></b>
		<b>W/m.K</b>	<b>W/m.K</b>
CH3OH	0,2409	3,9745E-02	9,5742E-03
O2	0,2220	4,1896E-02	9,2993E-03
H2O	0,0004	3,7729E-02	1,3653E-05
N2	0,5368	3,9144E-02	2,1012E-02
TOTAL	1,0000	1,5851E-01	3,9899E-02

$$\begin{aligned}
 k \text{ campuran} &= 0,09899 \text{ W/m.K} \\
 &= 0,1436 \text{ kJ/jam.m.K} \\
 &= 0,0343 \text{ kkal/jam.m.K} \\
 &= 0,0000953 \text{ kal/cm.dtk.K}
 \end{aligned}$$

f. Menentukan kapasitas panas campuran gas

$$C_p = A + BT + CT^2 + DT^3 + ET^4$$

Komponen	A	B	C	D	E
CH3OH	40,046	-3,83E-02	2,45E-04	-2,17E-07	5,99E-11
O2	29,536	-8,90E-03	3,81E-05	-3,26E-08	8,86E-12
H2O	33,933	-8,42E-03	2,99E-05	-1,78E-08	3,60E-12
N2	29,342	-3,54E-03	1,01E-05	-4,31E-09	2,59E-13

(Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl L. yaws)

Komponen	yi	BM	Cp	Cp	Cp	Cpi = yi.Cp
		(kg/kmol)	joule/mol.K	kJoule/kmol.K	kJoule/kg.K	kJoule/kg.K
CH3OH	0,2409	32	59,8388	59,8388	1,8700	0,4505
O2	0,2220	18	31,2012	31,2012	1,7334	0,3847
H2O	0,0004	32	35,3280	35,3280	1,1040	0,0004
N2	0,5368	28	29,6138	29,6138	1,0576	0,5677
TOTAL	1,0000	110	155,9818	155,9818	5,7650	1,4033

Komponen	Fi	Fi.Cpi	Cp.yi
	(kg/jam)	Kjoule/jam.K	Kjoule/kmol.K
CH3OH	2913,9884	1312,6286	14,4146
O2	1510,3136	581,0906	6,9255
H2O	4,3775	0,0017	0,0128
N2	5681,6560	3225,6066	15,8962
TOTAL	1,011,E+04	5119,3276	37,2491

$$\begin{aligned}
 C_p \text{ campuran} &= 37,2491 \text{ kJ/kmol.K} \\
 &= 5119,3276 \text{ kJ/jam.K} \\
 &= 1,4033 \text{ kJ/kg.K}
 \end{aligned}$$

g. Menentukan panas reaksi

Reaksi yang terjadi bersifat eksotermis, panas yang dikeluarkan adalah sebagai berikut:

$$\Delta H_R = \Delta H_{R298} + \int_{298}^T \Delta C_p . dT$$

(Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl L. yaws)

Komponen	A	B	C
CH3OH	-187,990	-0,049757	2,1603E-05
H2O	-238,410	-0,012256	2,7656E-06
CHOH	-102,610	-0,022577	8,3638E-06
CO	-112,560	0,009255	-7,8431E-06
CHOOH	-371,010	-0,031111	1,8988E-05

(Chemical properties handbook, Mc Graw-hill Carl L. yaws)

Komponen	$\Delta H_f$ (kJ/mol)	$\Delta H_f$ (kJ/kmol)	$\Delta H$ (J/mol)	$\Delta H$ (kJ/kmol)
CH3OH	-207,83	-207830,1011	11218,0483	11218,0483
O2	0,00	0	6510,3675	6510,3675
H2O	-243,97	-243969,5078	7394,1364	7394,1364
CHOH	-111,99	-111990,9081	8541,7976	8541,7976
CO	-109,88	-109876,0919	7220,3727	7220,3727
CHOOH	-381,97	-381972,89	11665,3542	11665,3542
total	-1055,64	-1055639,50	52550,0767	52550,0767

Dari data didapat:

$$\text{Reaksi Utama} : \Delta H_{R_{298}} = -35.808 \text{ kJ/kmol}$$

$$\text{Reaksi samping 1} : \Delta H_{R_{298}} = -63.675 \text{ kJ/kmol}$$

$$\text{Reaksi samping 2} : \Delta H_{R_{298}} = 6.013 \text{ kJ/kmol}$$

$$\Delta H_{R_{\text{total}}} = -93.469 \text{ kJ/kmol}$$

$$= -22.324 \text{ kkal/kmol}$$

h. Data sifat katalis (Iron Molybdenum Oxide)

Jenis :  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{MoO}_3\text{Cr}_2\text{O}_3$

Ukuran :  $D = 0,35 \text{ cm}$

Density :  $4,69 \text{ gr/cm}^3$

Bulk density :  $3,00544 \text{ gr/cm}^3$

4. Dimensi reaktor

a. Menentukan ukuran dan jumlah tube

Diameter pipa reaktor dipilih berdasarkan pertimbangan agar perpindahan panas berjalan dengan baik. Mengingat reaksi yang terjadi eksotermis, untuk itu dipilih aliran gas dalam pipa transisi agar koefisien perpindahan panas lebih panas lebih besar.

Pengaruh ratio  $D_p / D_t$  terhadap koefisien perpindahan panas dalam pipa yang berisi butir-butir katalisator dibandingkan dengan pipa kosong yaitu  $hw/h$  telah diteliti oleh Colburn's (smith hal 571) yaitu :

$D_p/D_t$	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
$hw/h$	5,5	7,0	7,8	7,5	7,0	6,6

dipilih  $D_p/D_t = 0,15$

dimana

$hw$  = koefisien perpindahan panas dalam pipa berisi katalis

$h$  = koefisien perpindahan panas dalam pipa kosong

$D_p$  = diameter katalisator

$D_t$  = diameter tube



Sehingga :

$$D_p/D_t = 0,15$$

$$D_p = 0,35 \text{ cm}$$

$$D_t = 0,35 / 0,15 = 2,3333 \text{ cm} = 0,9186 \text{ in}$$

Dari hasil perhitungan tersebut, maka diambil ukuran pipa standar agar koefisien perpindahan panasnya baik.

Dari table 11 Kern dipilih pipa dengan spesifikasi sebagai berikut :

$$\text{Nominal pipe size} = 1,25 \text{ in}$$

$$\text{Outside diameter} = 1,66 \text{ in} = 4,2164 \text{ cm}$$

$$\text{Schedule number} = 40$$

$$\text{Inside diameter} = 1,38 \text{ in} = 3,5052 \text{ cm}$$

$$\text{Flow area per pipe} = 1,5 \text{ in}^2$$

$$\text{Surface per in ft} = 1,734 \text{ ft}^2/\text{ft}$$

Aliran dalam pipa transisi dipilih  $N_{Re} = 3100$

$$N_{Re} = \frac{G_t D_t}{\mu_g}$$

$$G_t = \frac{\mu_g N_{Re}}{D_t}$$

Dalam hubungan ini:

$$\mu_g = \text{viskositas umpan} = 0,000248 \text{ g/cm.det}$$

$$D_t = \text{Diameter tube} = 3,5052 \text{ cm}$$

$$G_t = \frac{(0,000248)(3100)}{3,5052} = 0,2191 \frac{\text{gr}}{\text{cm}^2 \cdot \text{s}} = 7885,9872 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{jam}}$$

Digunakan 1 buah reaktor :

$$G (\text{umpan total}) = 10110,3356 \text{ kg/jam} = 2808,4266 \text{ gr/detik}$$

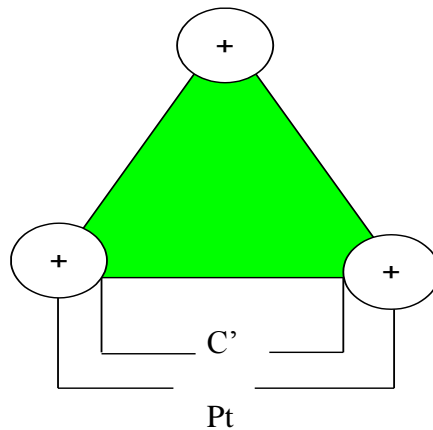
$$A_t = \frac{2808,4266}{0,2191} = 12.820,6341 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang pipa} &= \left(\frac{\pi}{4}\right) ID^2 = \left(\frac{3,14}{4}\right) 3,5052^2 \\ &= 9,6448 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah pipa dalam reaktor} = \frac{12.820,6341}{9,6448} = 1328,2732 \text{ buah} = 1330 \text{ buah}$$

b. Menghitung diameter dalam reaktor

Direncanakan tube disusun dengan pola triangular pitch.



$$\begin{aligned} P_t &= 1,25 \times O D_t \\ &= 1,25 \times 1,66 = 2,075 \text{ in} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C' &= P_T - O D \\ &= 2,075 - 1,66 = 0,4150 \text{ in} \end{aligned}$$

$$I D_s = \sqrt{\frac{4 \cdot N_t \cdot P_T^2 \cdot 0,866}{\pi}}$$

$$I D_s = 201,8839 \text{ cm}$$

Jadi diameter dalam reaktor = 201,8839 cm = 79,4819 in

c. Menghitung tebal dinding reaktor

Tebal dinding reaktor (shell) dihitung dengan persamaan :

$$t_s = \frac{P.r}{f.E - 0,6.P} + C \quad (\text{Brownell, pers.13-1, p.254})$$

Dimana :

$t_s$  = tebal shell, in

E = efisiensi pengelasan

f = maksimum allowable stress bahan yang digunakan

(Brownell,tabel 13-1, p.251)

r = jari-jari dalam shell, in

C = faktor korosi, in

P = tekanan design, Psi

Bahan yang digunakan Carbon Steel SA 283 Grade C

E = 0,85

f = 12650 psi

C = 0,125

R = ID/2 = (79,4819/2) in

P = 20,58 psi

Jadi P = (120/100)\*P = 24,6960 psi

$$\begin{aligned} \text{maka } t_s &= \frac{24,6960.(79,4819 / 2)}{12650.0.85 - 0,6.24,6960} + 0,125 \\ &= 0,2164 \text{ in} \end{aligned}$$

dipilih tebal dinding reaktor standar 0,25 in

Diameter luar reaktor = ID + 2\* $t_s$

$$= 79,4819 + (2*0,25)$$

$$= 79,9819 \text{ in}$$

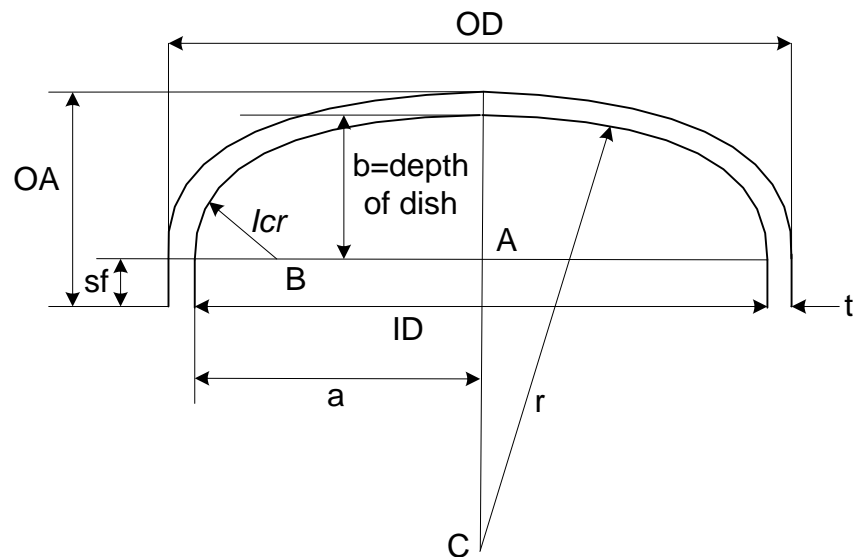
Sehingga dipilih diameter luar reaktor 84 in.

5. Menghitung head reaktor

a. Menghitung tebal head reaktor

Bentuk head : Elipstical Dished Head

Bahan yang digunakan: Carbon Steel SA 283 Grade C



Keterangan gambar :

ID = diameter dalam head

OD = diameter luar head

a = jari-jari dalam head

t = tebal head

r = jari-jari luar dish

icr = jari-jari dalam sudut icr

b = tinggi head

sf = straight flange

OA = tinggi total head

Tebal head dihitung berdasarkan persamaan :

$$t_h = \frac{P.IDs}{2.f.E - 0.2.P} + C \quad (\text{Brownell, 1979})$$

P = tekanan design, psi = 24,6960 psi

IDs = diameter dalam reactor, in = 79,4819 in

F = maksimum allowable stress, psi = 12650 psi

E = efisiensi pengelasan = 0,85

C = faktor korosi, in = 0,125

$$\begin{aligned} \text{maka th} &= \frac{24,6960 \cdot 79,4819}{2 \cdot 12650 \cdot 0,85 - 0,2 \cdot 24,6960} + 0,1255 \\ &= 0,125 \text{ in} \end{aligned}$$

dipilih tebal head reaktor standar 0,1875 in

b. Menghitung tinggi head reaktor

ODs = 24 in

ts = 0,1875 in

didapat : icr = 5,125 in

r = 84 in

a = IDs/2 = 39,7409 in

AB = a - irc = 34,6159 in

BC = r - irc = 78,8750 in

AC =  $(BC^2 - AB^2)^{1/2}$  = 70,8731 in

b = r - AC = 13,1269 in

Dari tabel 5.6 Brownell p.88 dengan  $t_h$  3/16 in didapat  $sf = 1,5 - 2$  in  
 perancangan digunakan  $sf = 2$  in

Tinggi head reaktor dapat dihitung dengan persamaan :

$$\begin{aligned} hH &= t_h + b + sf \\ &= (0,1875 + 13,1269 + 2) \text{ in} \\ &= 15,3144 \text{ in} \\ &= 0,3890 \text{ m} \end{aligned}$$

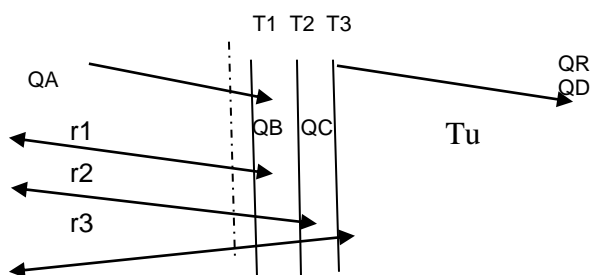
c. Menghitung tinggi reaktor

$$\begin{aligned} \text{Tinggi reaktor total} &= \text{panjang tube} + (2 \cdot \text{tinggi head}) \\ HR &= 267,7176 \text{ in} + (2 \cdot 15,3144 \text{ in}) \\ &= 283,0310 \text{ in} \\ &= 7,1890 \text{ m} \end{aligned}$$

6. Tebal isolasi reaktor

Asumsi :

- Suhu dalam reaktor = suhu permukaan dinding dalam shell = suhu pendingin rata-rata
- Keadaan steady state  $Q_A = Q_B = Q_C = (Q_D + Q_R)$
- Suhu dinding luar isolasi isothermal



Keterangan :

$r_1$  = jari-jari dalam reaktor

$r_2$  = jari-jari luar reaktor

$r_3$  = jari-jari isolator luar

QA = Perp. Konveksi dari gas ke dinding dalam reaktor

QB = Perp. Konduksi melalui dinding reaktor

QC = Perp. Konduksi melalui isolator

QD = Perp. konveksi dari permukaan luar isolator

QR = Perp. Panas radiasi

T1 = Suhu dinding dalam reaktor

T2 = Suhu dinding luar reaktor

T3 = Suhu isolator luar

Tu = Suhu udara luar

- sifat-sifat fisis bahan

\* bahan isolasi : asbestos, dengan sifat-sifat fisis (kern) :

$$K_{is} = 0,17134 \text{ W/m.}^{\circ}\text{C}$$

$$\varepsilon = 0,96$$

\* carbon steel :  $k_s = 42,5770 \text{ W/m.}^{\circ}\text{C}$

\* sifat-sifat fisis udara pada suhu Tf (Holman,1988. Daftar A-5)

$$T_f = 313$$

$$\nu = 0,000017$$

$$k = 0,027225 \text{ W/m.}^{\circ}\text{C}$$

$$Pr = 0,70489$$

$$\beta = 0,0032 \text{ K}^{-1}$$

$$\mu = 0,00001906 \text{ kg/m.s}$$

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$r_3 = r_2 + x$$

$$r_1 = 1,01 \text{ m}$$

$$r_2 = 1,0668 \text{ m}$$

$$L = 6,8 \text{ m}$$

a. Perpindahan panas konduksi

$$Q_B = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_s \cdot L \cdot (T_1 - T_2)}{\ln\left(\frac{r_2}{r_1}\right)} \dots\dots(a)$$

$$Q_C = \frac{2 \cdot \pi \cdot k_{is} \cdot L \cdot (T_2 - T_3)}{\ln\left(\frac{r_3}{r_2}\right)} \dots\dots(b)$$

b. Perpindahan panas konveksi

$$Q_D = hc \cdot A \cdot (T_3 - T_4)$$

$$Q_D = hc \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_3 \cdot L \cdot (T_3 - T_4) \dots\dots(c)$$

Karena  $Gr_L \cdot Pr > 10^9$ , sehingga :

$$hc = 1,31 \cdot (\Delta T)^{1/3}$$

$$Gr_L = \frac{g \cdot \beta \cdot (T_3 - T_u) \cdot L^3}{\nu^2}$$

c. Panas radiasi

$$Q_R = \varepsilon \cdot \sigma \cdot A \cdot (T_3^4 - T_4^4)$$

$$Q_R = \varepsilon \cdot \sigma \cdot 2 \cdot \pi \cdot r_3 \cdot L \cdot (T_3^4 - T_4^4)$$

\dots\dots(d)

$$\sigma = 5,669 \times 10^{-8} \text{ w/m}^2 \cdot \text{k}^4$$

kemudian persamaan a, b, c dan d ditrial menggunakan excel dan didapat :

$$T_2 = 571,6 \text{ K}$$

$$\text{Tebal isolasi (x)} = 20,1505 \text{ cm}$$



Hasil simulasi menggunakan excel

$\Delta z$	0,1000		
<b>z (m)</b>	<b>x</b>	<b>T (K)</b>	<b>Ts (K)</b>
0	0	513,0000	373
0,10	0,06603	512,8485	503,3409
0,20	0,12743	512,8420	510,8044
0,30	0,18479	512,8437	512,3897
0,40	0,23838	512,8468	512,7422
0,50	0,28845	512,8501	512,8234
0,60	0,33523	512,8533	512,8442
0,70	0,37894	512,8564	512,8513
0,80	0,41978	512,8592	512,8552
0,90	0,45794	512,8618	512,8583
1,00	0,49359	512,8643	512,8610
1,10	0,52690	512,8666	512,8636
1,20	0,55802	512,8688	512,8659
1,30	0,58709	512,8708	512,8682
1,40	0,61426	512,8727	512,8702
1,50	0,63963	512,8745	512,8722
1,60	0,66334	512,8762	512,8740
1,70	0,68549	512,8777	512,8757
1,80	0,70619	512,8792	512,8773
1,90	0,72552	512,8805	512,8787
2,00	0,74358	512,8818	512,8801
2,10	0,76046	512,8830	512,8814
2,20	0,77622	512,8841	512,8826
2,30	0,79095	512,8851	512,8838
2,40	0,80471	512,8861	512,8848
2,50	0,81756	512,8870	512,8858
2,60	0,82957	512,8879	512,8868

2,70	0,84079	512,8887	512,8876
2,80	0,85127	512,8894	512,8884
2,90	0,86106	512,8901	512,8892
3,00	0,87020	512,8908	512,8899
3,10	0,87875	512,8914	512,8906
3,20	0,88673	512,8919	512,8912
3,30	0,89418	512,8925	512,8918
3,40	0,90115	512,8930	512,8923
3,50	0,90766	512,8934	512,8928
3,60	0,91373	512,8939	512,8933
3,70	0,91941	512,8943	512,8937
3,80	0,92472	512,8946	512,8941
3,90	0,92967	512,8950	512,8945
4,00	0,93430	512,8953	512,8949
4,10	0,93863	512,8956	512,8952
4,20	0,94267	512,8959	512,8955
4,30	0,94644	512,8962	512,8958
4,40	0,94997	512,8964	512,8961
4,50	0,95326	512,8967	512,8964
4,60	0,95634	512,8969	512,8966
4,70	0,95921	512,8971	512,8968
4,80	0,96190	512,8973	512,8970
4,90	0,96441	512,8975	512,8972
5,00	0,96675	512,8976	512,8974
5,10	0,96894	512,8978	512,8976
5,20	0,97099	512,8979	512,8977
5,30	0,97290	512,8981	512,8979
5,40	0,97468	512,8982	512,8980
5,50	0,97635	512,8983	512,8982
5,60	0,97790	512,8984	512,8983

5,70	0,97936	512,8985	512,8984
5,80	0,98072	512,8986	512,8985
5,90	0,98199	512,8987	512,8986
6,00	0,98317	512,8988	512,8987
6,10	0,98428	512,8989	512,8988
6,20	0,98532	512,8990	512,8989
6,30	0,98628	512,8990	512,8989
6,40	0,98719	512,8991	512,8990
6,50	0,98803	512,8991	512,8991
6,60	0,98882	512,8992	512,8991
6,70	0,98955	512,8993	512,8992
6,80	0,99024	512,8993	512,8992
6,90	0,99088	512,8993	512,8993
7,00	0,99689	512,8994	512,8993